



## **Avaliação dos Processos de Software utilizando CMMI**

**CARLOS MANUEL GUERRA DA SILVA FREIRE**

Outubro de 2013

# **Avaliação dos Processos de Software utilizando CMMI**

**Carlos Manuel Guerra da Silva Freire**

*Departamento de Engenharia Informática*

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
Informática**

**Área de Especialização em Arquitetura, Sistemas e Redes**

**Orientador:** Doutor Alberto A. C. Sampaio

**Júri:**

Presidente:

Doutora Maria de Fátima Coutinho Rodrigues

Vogais:

[Nome do Vogal1, Categoria, Escola]

[Nome do Vogal2, Categoria, Escola]

Porto, Outubro de 2013



*À Rita, minha esposa...*



## Resumo

Atualmente, as empresas distinguem-se das demais pelos produtos e serviços fornecidos com qualidade e dentro dos prazos estabelecidos. Uma empresa de desenvolvimento de *software* não foge a essa regra e para isso os processos envolvidos nas diversas fases de levantamento, desenvolvimento, implementação e suporte devem estar documentados, ser do conhecimento geral da Organização e colocados em prática diariamente nas diversas atividades dos colaboradores. Para isso deve contribuir uma melhoria contínua desses mesmos processos.

O CMMI-DEV, *Capability Maturity Model Integration for Development*, possibilita a introdução de boas práticas nas diversas áreas do processo de desenvolvimento de *software*, mas também a avaliação dessas áreas e respectiva identificação de aspectos a necessitarem de ser melhorados ou até disseminados por toda a organização.

Este trabalho envolveu efetuar uma análise teórica do CMMI-DEV e sua posterior utilização prática num ambiente de trabalho empresarial para avaliação dos processos dessa empresa. Para a concretização deste segundo aspecto, foi elaborado um questionário para avaliar os processos de uma organização, segundo o modelo CMMI-DEV 1.3, avaliada a facilidade de utilização do questionário de avaliação dos processos por parte dos inquiridos. Foi realizada ainda uma análise aos resultados obtidos nos referidos questionários.

**Palavras-chave:** Áreas de Processo, Avaliação de Processos, CMMI-DEV, Estudo Empírico



## Abstract

Currently, the companies are distinguished from each other by products and services provided with quality and within the deadlines. A software development company is no exception to this rule and to achieve that the processes involved in the various stages of development, implementation and support must be documented, be of general knowledge of the organization and put into daily practice in the various activities of the employees. The continuous improvement of those processes should contribute to that goal.

The CMMI-DEV, *Capability Maturity Model Integration for Development*, enables the introduction of best practices in various areas of the software development process, but also the appraisal of these areas and respective identification of areas to be improved or even disseminated across all the organization.

This work involved performing a theoretical analysis of the CMMI-DEV, as well as its practical implementation in a corporate work environment to assess its processes. To achieve this second point, it was developed an appraisal questionnaire to assess the processes of an organization, according to the CMMI-DEV 1.3, as well as a questionnaire to assess the easiness of use of the appraisal questionnaire by the respondents. An analysis of the obtained results from these questionnaires was performed.

**Keywords:** Process Areas, Process Appraisal, CMMI-DEV, Empirical Study





## Agradecimentos

Quero agradecer à minha família, em especial à minha esposa, pela paciência, carinho, palavras de apoio que sempre me deu para que eu conseguisse chegar ao fim, mesmo em alturas menos positivas, nesta etapa da minha vida académica. Esta Tese também teve a sua ajuda preciosa.

Ao meu orientador, Drº Alberto Sampaio, sempre disponível para ajudar, para me receber e apoiar ao longo deste tempo, até à conclusão da Tese.

Uma palavra especial à WeMake, por toda a disponibilidade e abertura, desde a Gestão, passando colegas de trabalho, que tornou possível a realização do estudo prático apresentado neste documento.

Por fim, aos colegas do Mestrado e Docentes do DEI, pelas experiências partilhadas, pelo conhecimento adquirido ao longo destes anos, que permitiu efetuar uma preparação mais sólida para a elaboração desta Tese.

A todos, muito Obrigado!

Carlos Freire

Outubro de 2013



# Índice

RESUMO .....	V
ABSTRACT.....	VII
AGRADECIMENTOS.....	IX
ÍNDICE .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE TABELAS .....	XVII
ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS.....	XIX
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETIVOS PROPOSTOS .....	3
1.2. ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	3
1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	4
<b>2. CMMI.....</b>	<b>5</b>
2.1. DIFERENTES ABORDAGENS DO CMMI [1].....	6
2.1.1. REPRESENTAÇÃO CONTÍNUA .....	6
2.1.2. REPRESENTAÇÃO POR ESTÁGIOS OU ESTRATIFICADA .....	6
2.2. BENEFÍCIOS DO CMMI .....	7
2.3. COMPONENTES DAS ÁREAS DE PROCESSO .....	8
2.3.1. NECESSÁRIOS.....	8
2.3.2. ESPERADOS.....	8
2.3.3. INFORMATIVOS .....	9
2.3.4. ÁREAS DE PROCESSO .....	10
2.3.5. OBJETIVO DA ÁREA DE PROCESSO .....	11
2.3.6. NOTAS INTRODUTÓRIAS .....	11
2.3.7. ÁREAS DE PROCESSO RELACIONADAS.....	11
2.3.8. METAS ESPECÍFICAS.....	11
2.3.9. METAS GENÉRICAS .....	12
2.3.10. RESUMO DAS METAS E PRÁTICAS ESPECÍFICAS .....	12
2.3.11. PRÁTICAS ESPECÍFICAS .....	12

2.3.12.	EXEMPLOS DE PRODUTOS DE TRABALHO .....	13
2.3.13.	SUBPRÁTICAS.....	13
2.3.14.	PRÁTICAS GENÉRICAS .....	13
2.3.15.	ELABORAÇÃO DAS PRÁTICAS GENÉRICAS.....	13
2.3.16.	COMPONENTES INFORMATIVOS DE APOIO .....	14
2.3.16.1	Notas .....	14
2.3.16.2	Exemplos .....	14
2.3.16.3	Referências.....	15
2.3.17.	ESQUEMA DE NUMERAÇÃO .....	15
2.4.	NÍVEIS DE MATURIDADE E DE CAPACIDADE .....	15
2.4.1.	NÍVEIS DO CMMI .....	16
2.4.2.	ESTRUTURAS DAS REPRESENTAÇÕES .....	16
2.4.3.	NÍVEIS DE CAPACIDADE .....	19
2.4.3.1	Nível de capacidade 0 – Incompleto.....	19
2.4.3.2	Nível de capacidade 1 – Executado .....	19
2.4.3.3	Nível de capacidade 2 – Gerido .....	20
2.4.3.4	Nível de capacidade 3 - Definido .....	20
2.4.3.5	Progressão nos níveis de Capacidade.....	21
2.4.4.	NÍVEIS DE MATURIDADE.....	21
2.4.4.1	Nível de maturidade 1 – Inicial.....	22
2.4.4.2	Nível de maturidade 2 – Gerido .....	23
2.4.4.3	Nível de maturidade 3 – Definido.....	23
2.4.4.4	Nível de maturidade 4 – Gerido quantitativamente.....	24
2.4.4.5	Nível de maturidade 5 – Em Otimização .....	25
2.4.4.6	Progressão nos níveis de Maturidade .....	25
2.4.5.	ÁREAS DE PROCESSO .....	27
2.4.6.	EQUIVALÊNCIA COM A REPRESENTAÇÃO POR ESTÁGIOS .....	30
2.5.	RELACIONAMENTO ENTRE ÁREAS DE PROCESSO .....	33
2.5.1.	GESTÃO DE PROCESSO .....	34
2.5.1.1	Áreas de processo de Gestão de Processo básicas.....	34
2.5.1.2	Áreas de processo de Gestão de Processo avançadas .....	36
2.5.2.	GESTÃO DE PROJETO .....	37
2.5.2.1	Áreas de processo de Gestão de Projeto básicas .....	37
2.5.2.2	Áreas de processo de Gestão de Projeto avançadas.....	39
2.5.3.	ENGENHARIA .....	41
2.5.3.1	Recursividade e Iteração dos Processos de Engenharia .....	44
2.5.4.	SUPORTE.....	45
2.5.4.1	Áreas de processo de Suporte básicas .....	45

2.5.4.2	Áreas de processo de Suporte avançadas .....	47
<b>3.</b>	<b>USO DE MODELOS CMMI .....</b>	<b>49</b>
3.1.	ADOTAR O CMMI .....	49
3.2.	PROGRAMA DE MELHORIA DE PROCESSOS.....	50
3.2.1.	<i>ESCOLHAS QUE INFLUENCIAM O PROGRAMA DE MELHORIA.....</i>	<i>50</i>
3.3.	MODELOS CMMI.....	51
3.4.	INTERPRETAR O CMMI AO USAR METODOLOGIAS ÁGEIS .....	52
3.5.	USO DAS AVALIAÇÕES CMMI.....	54
3.5.1.	<i>REQUISITOS DE AVALIAÇÃO PARA O CMMI .....</i>	<i>54</i>
3.5.2.	<i>MÉTODOS DE AVALIAÇÃO SCAMPI .....</i>	<i>55</i>
3.5.3.	<i>CONSIDERAÇÕES SOBRE AVALIAÇÕES.....</i>	<i>55</i>
3.6.	FORMAÇÃO ASSOCIADA AO CMMI .....	57
<b>4.</b>	<b>O INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>59</b>
4.1.	NECESSIDADE DO QUESTIONÁRIO.....	59
4.2.	DESENVOLVIMENTO DO QUESTIONÁRIO .....	60
4.3.	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO .....	63
4.4.	GERAÇÃO DE RESULTADOS NA AVALIAÇÃO .....	65
<b>5.</b>	<b>CASO DE ESTUDO REALIZADO .....</b>	<b>69</b>
5.1.	DEFINIÇÃO .....	69
5.2.	CONTEXTO ORGANIZACIONAL.....	71
5.3.	QUESTÕES E METODOLOGIA .....	71
5.4.	INSTRUMENTAÇÃO .....	75
5.5.	EXECUÇÃO .....	76
5.6.	RESULTADOS.....	77
5.6.1.	<i>AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS .....</i>	<i>78</i>
5.6.2.	<i>VARIABILIDADE NOS PROCESSOS .....</i>	<i>79</i>
5.6.3.	<i>USABILIDADE.....</i>	<i>83</i>
5.7.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	83
5.7.1.	<i>AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS .....</i>	<i>84</i>
5.7.2.	<i>VARIABILIDADE NOS PROCESSOS .....</i>	<i>85</i>
5.7.3.	<i>USABILIDADE.....</i>	<i>88</i>
5.8.	VALIDADE E LIMITAÇÕES DE ESTUDO .....	88
5.9.	CONCLUSÕES .....	90
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>93</b>

6.1.	CONCLUSÕES FINAIS .....	93
6.2.	TRABALHO FUTURO .....	96
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>101</b>
8.1.	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE PROCESSOS .....	101
8.2.	QUESTIONÁRIO DE USABILIDADE .....	120
8.3.	RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO .....	122

## Índice de Figuras

Figura 1 - Níveis de Maturidade.....	7
Figura 2 – Componentes do modelo CMMI [1].....	9
Figura 3 – Estrutura da representação contínua [1] .....	17
Figura 4 – Estrutura da representação por estágios ou estratificada [1] .....	17
Figura 5 – Áreas de Processo na representação Contínua – perfil alvo.....	27
Figura 6 – Áreas de Processo na representação por Estágios.....	28
Figura 7 – Exemplo de Perfil alcançado e Perfil-Alvo.....	30
Figura 8 – Perfis-alvo e equivalência com a representação por Estágios .....	32
Figura 9 – Áreas de processo de Gestão de Processo básicas .....	35
Figura 10 – Áreas de processo de Gestão de Processo avançadas .....	36
Figura 11 – Áreas de processo de Gestão de Projeto básicas.....	38
Figura 12 – Áreas de processo de Gestão de Projeto avançadas .....	40
Figura 13 – Áreas de processo de Engenharia .....	42
Figura 14 – Áreas de processo de Suporte básicas .....	46
Figura 15 – Áreas de processo de Suporte avançadas.....	47
Figura 16 – Pequeno excerto de questões relativas à área de Gestão de Configurações .....	63
Figura 17 – Áreas de processo de nível de maturidade 2 e 3 e respectiva classificação.....	79





## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comparação entre níveis de Capacidade e níveis de Maturidade[1] .....	18
Tabela 2 – Áreas de Processo, categorias e seus níveis de Maturidade[1].....	29
Tabela 3 – Áreas de Processo e número de questões associadas .....	61
Tabela 4 – Classificação das práticas .....	65
Tabela 5 – Classificação das metas .....	66
Tabela 6 – Classificação das áreas de processo .....	66
Tabela 7 – Caracterização do nível de maturidade.....	67
Tabela 8 – Grupo de questões em análise no estudo .....	72
Tabela 9 – Contagem das práticas agrupadas por classificação .....	78
Tabela 10 – Contagem das metas agrupadas por classificação .....	78
Tabela 11 – Contagem das áreas de processo agrupadas por classificação e nível de maturidade.....	79
Tabela 12 – Variáveis dependentes e respectiva categorização.....	80
Tabela 13 – Coeficiente $k$ entre todos os inquiridos.....	80
Tabela 14 – Coeficiente $k$ entre os programadores.....	80
Tabela 15 – Coeficiente $k$ entre inquiridos com funções de TP e GE.....	81
Tabela 16 – Coeficiente $k$ entre inquiridos com funções de TP e RP .....	81
Tabela 17 – Coeficiente $k$ entre inquiridos com funções de GE e RP .....	81
Tabela 18 – Coeficiente $k$ entre inquiridos com diferentes funções .....	81
Tabela 19 – Coeficiente $k$ entre inquiridos com experiência inferior ou igual a 4 e superior a 4 anos .....	82
Tabela 20 – Coeficiente $k$ entre inquiridos com experiência $\leq 4$ anos .....	82
Tabela 21 – Coeficiente $k$ entre inquiridos com experiência $> 4$ anos .....	82
Tabela 22 – Quadro resumo das concordâncias e médias calculadas .....	83
Tabela 23 – Pontuação SUS relativo ao questionário de usabilidade .....	83
Tabela 24 – Grau de concordância – critérios de Landis e Kock [30].....	85



## Acrónimos e Abreviaturas

<b>BPM</b>	<i>Business Process Management</i>
<b>CAQ</b>	<i>CMMI Appraisal Questionnaire</i>
<b>CAR</b>	<i>Causal Analysis and Resolution</i>
<b>CL</b>	<i>Capability Level</i>
<b>CM</b>	<i>Configuration Management</i>
<b>CMM</b>	<i>Capability Maturity Model</i>
<b>CMMI-ACQ</b>	<i>Capability Maturity Model Integration for Acquisition</i>
<b>CMMI-DEV</b>	<i>Capability Maturity Model Integration for Development</i>
<b>CMMI-SVC</b>	<i>Capability Maturity Model Integration for Services</i>
<b>DAR</b>	<i>Decision Analysis and Resolution</i>
<b>GG</b>	<i>Generic goal</i>
<b>GP</b>	<i>Generic practice</i>
<b>IPM</b>	<i>Integrated Project Management</i>
<b>MA</b>	<i>Measurement and Analysis</i>
<b>MDD</b>	<i>Method Definition Document</i>
<b>ML</b>	<i>Maturity Level</i>
<b>NC</b>	Nível de capacidade
<b>NM</b>	Nível de maturidade
<b>OPD</b>	<i>Organizational Process Definition</i>
<b>OPF</b>	<i>Organizational Process Focus</i>
<b>OPM</b>	<i>Organizational Performance Management</i>

<b>OPP</b>	<i>Organizational Process Performance</i>
<b>OT</b>	<i>Organizational Training</i>
<b>PI</b>	<i>Product Integration</i>
<b>PP</b>	<i>Project Planning</i>
<b>PPQA</b>	<i>Process and Product Quality Assurance</i>
<b>PMC</b>	<i>Project Monitoring and Control</i>
<b>PME</b>	Pequenas e Médias Empresas
<b>QM</b>	<i>Questionnaire Maturity</i>
<b>QPM</b>	<i>Quantitative Project Management</i>
<b>RD</b>	<i>Requirements Development</i>
<b>REQM</b>	<i>Requirements Management</i>
<b>RSKM</b>	<i>Risk Management</i>
<b>SAM</b>	<i>Supplier Agreement Management</i>
<b>SCAMPI</b>	<i>Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement</i>
<b>SEI</b>	<i>Software Engineering Institute</i>
<b>SG</b>	<i>Specific goal</i>
<b>SP</b>	<i>Specific practice</i>
<b>SUS</b>	<i>System Usability Scale</i>
<b>TS</b>	<i>Technical Solution</i>
<b>VAL</b>	<i>Validation</i>
<b>VER</b>	<i>Verification</i>

# 1. Introdução

Devido à elevada competitividade existente atualmente no mundo empresarial, gerada não só pela abertura de mercados além-fronteiras, mas também pela constante exigência de qualidade por parte dos clientes e consumidores pelos produtos e serviços adquiridos e pela contínua evolução das tecnologias existentes, as empresas não têm outra alternativa a não ser a busca permanente da melhoria contínua dos seus processos, associados à sua área de atividade, uma vez que a existência de um produto ou serviço é sempre acompanhada de um conjunto de processos.

Para que tal seja possível, é necessário conhecer a qualidade dos processos de uma organização. Os processos de uma organização são fluxos de valor que devem ser identificados, analisados e melhorados de forma sistemática e contínua, quer para irem de encontro à estratégia global e respetivos objetivos da organização, quer para que satisfaçam as necessidades do cliente final. Assim, uma correta gestão dos processos de uma organização, irá ter um impacto direto na qualidade dos produtos e serviços fornecidos, gerando uma vantagem competitiva em relação às empresas concorrentes. Aliás, tal abordagem vai de encontro a um dos princípios de gestão da qualidade presente na ISO 9001, que são os processos e respetiva melhoria contínua.

Por outro lado, a variabilidade nos processos seguidos numa organização está ligada de forma intrínseca à qualidade obtida nos produtos e serviços oferecidos pela mesma. Em todos os parâmetros de um processo (maturidade técnica, cultura organizacional, empenho dos colaboradores por exemplo) de uma organização existe variabilidade, motivada por fatores que influenciam de forma mais ou menos esperada o resultado obtido no final: o produto. Quanto menor for a variabilidade nos processos, maior será a qualidade dos produtos e maior será o retorno produzido pela organização.

Podemos definir a qualidade como o cumprimento das especificações técnicas estabelecidas e necessárias à satisfação do cliente, sendo que a qualidade combina a satisfação das necessidades do mercado com a baixa variabilidade nos processos adjacentes à obtenção do produto final ou serviço.

O CMMI *for Development* (CMMI-DEV) é um modelo que fornece as melhores práticas do ciclo de vida do produto desde a conceção até à entrega e respetiva manutenção, de forma a abranger os diversos processos inerentes ao desenvolvimento de *software* [1]. Todas as práticas do modelo CMMI-DEV focam as atividades associadas às organizações de *software*, como por exemplo, as *software house*. Tendo como base as melhores práticas e analisando o que realmente é feito e como é feito numa organização, podemos melhorar os seus processos, para manter produtos e serviços de qualidade.

Existe um interesse crescente das organizações de *software* (empresas ou outras) em determinar o perfil de maturidade dos seus processos de desenvolvimento de *software*, como se pode constatar pelos dados do CMMI *Institute*, relativos ao número de avaliações realizadas utilizando o CMMI. Desde 2006 foram reportadas ao SEI - *Software Engineering Institute/CMMI Institute* mais de 7800 avaliações, tendo-se que mais de 50% dessas avaliações ocorreram na China e nos Estados Unidos. O ano de 2012 contém o maior número de avaliações registadas em relação aos restantes anos e o ano de 2013 está a caminho de igualar ou exceder o ano transato [2].

Desde 2007 até ao final de Junho de 2013, já se realizaram em Portugal 31 avaliações do perfil de maturidade. Destas 13 estão no nível de maturidade 2, 14 no nível de maturidade 3 e 4 no nível de maturidade 5. Para os níveis de maturidade 1 e 4 não existem empresas registadas. A título de exemplo, empresas como a Critical Software, S.A., Multicert ou Novabase recorreram às avaliações de processos utilizando o modelo CMMI-DEV e obtiveram respetivamente nível de maturidade 5, 2 e 3 na representação por estágios.

Um problema encontrado em muitas organizações é o da variabilidade dos seus processos. Por exemplo, em [3] é referido ter sido encontrada numa organização que utiliza o CMM variabilidade nos processos entre níveis hierárquicos. Já em [4] foi conjecturada a possibilidade de se selecionarem projetos para avaliação de acordo com a homogeneidade dos processos seguidos dentro de cada projeto ou grupo de projetos. Como a implementação de um modelo como o CMMI tende a criar uma certa uniformidade processual, a questão da variabilidade deve ser melhor estudada.

## 1.1. Objetivos propostos

A partir desta análise inicial e do interesse no modelo CMMI-DEV e sua aplicação, foi desenvolvido todo o trabalho relativo à Tese, que englobou inicialmente três grandes objetivos:

1. Apresentar a última versão do modelo CMMI-DEV 1.3;
2. Avaliar os processos de desenvolvimento de *software* de uma microempresa usando o modelo CMMI-DEV e tendo em conta os 3 níveis de classificação: metas e respetivas práticas associadas, áreas de processo e nível de maturidade;
3. Analisar a variabilidade dos processos numa organização dedicada ao desenvolvimento de *software*.

Para a satisfação dos dois últimos, foi detetada desde muito cedo a necessidade de adicionar um quarto objetivo ao trabalho:

4. Desenvolvimento de um questionário de avaliação de processos usando o modelo CMMI-DEV.

Esta necessidade surgiu devido à inexistência de um questionário público de avaliação de processos que estivesse de acordo com o CMMI-DEV 1.3.

## 1.2. Organização da tese

No que diz respeito à organização do trabalho desenvolvido no âmbito da Tese, este foi dividido nas seguintes fases principais:

- Análise teórica do modelo CMMI-DEV 1.3 e respetiva utilização do modelo;
- Elaboração de um instrumento de avaliação dos processos, segundo o modelo CMMI-DEV;
- Caso de estudo realizado em ambiente real, aplicando o questionário de avaliação a uma microempresa e respetiva análise de resultados obtidos.

Através desta divisão por fases, foi possível efetuar um estudo do estado do modelo CMMI-DEV da constelação de modelos CMMI, bem como os aspetos a ter em conta na sua aplicação num processo de avaliação dos processos em organizações. Tendo como base esta abordagem



teórica, foi possível elaborar um questionário de avaliação dos processos e aplicar esse mesmo questionário aos colaboradores de uma *software house* com o objetivo de avaliar os processos da organização.

### **1.3. Estrutura do documento**

Este documento está dividido em 6 capítulos. O capítulo 1 faz uma introdução ao tema e organização do trabalho da Tese, e apresenta os seus principais objetivos. O capítulo 2 descreve o modelo CMMI-DEV, respetivas áreas de processos e diferentes representações. O capítulo 3 aborda o uso do modelo CMMI-DEV e quais os aspetos a ter em conta numa avaliação de processos. O capítulo 4 descreve o instrumento de avaliação elaborado para avaliar os processos, enquanto o capítulo 5 descreve o caso de estudo realizado numa microempresa, aplicando o instrumento de avaliação em ambiente real de trabalho. Finalmente o capítulo 6 apresenta as conclusões finais e perspetiva trabalho futuro. Nos anexos encontra-se o questionário de avaliação desenvolvido, as respetivas respostas obtidas no estudo, bem como o questionário de usabilidade utilizado neste trabalho.

## 2. CMMI

CMMI - *Capability Maturity Model Integration* são um conjunto de modelos de referência que contêm as melhores práticas [1], que ajudam as organizações a melhorar os seus processos. Estes modelos têm o contributo de equipas constituídas por membros da indústria, do governo e do SEI - *Software Engineering Institute* da Universidade *Carnegie-Mellon*. O CMMI é uma evolução do CMM e procura estabelecer um modelo único para o processo de melhoria corporativa, integrando diferentes modelos e disciplinas.

Existem 3 modelos disponíveis no CMMI:

- ***CMMI for Development - CMMI-DEV, 1.3*** publicada em novembro de 2010. Dirige-se ao processo de desenvolvimento de produtos e serviços;
- ***CMMI for Acquisition - CMMI-ACQ, 1.3***. Dirige-se aos processos de aquisição e terceirização de bens e serviços;
- ***CMMI for Services - CMMI-SVC, 1.3***. Dirige-se aos processos de empresas prestadoras de serviços.

O CMMI-DEV é um modelo que abrange atividades para o desenvolvimento de produtos e serviços, que proporciona orientações para a aplicação das melhores práticas para atender aos objetivos dos clientes e utilizadores finais. Organizações de diversas áreas como a indústria aeroespacial ou automóvel, banca, *hardware*, *software*, telecomunicações utilizam o CMMI-DEV como modelo de referência nos processos associadas às suas atividades. É um modelo que contém práticas que abrange gestão de projetos, gestão de processos, engenharia de sistemas, engenharia de *hardware* e de *software* e outros processo de apoio ao desenvolvimento e manutenção.

As representações possíveis dos modelos são: contínua e por estágio, também designada por estratificada.

## 2.1. Diferentes abordagens do CMMI [1]

A representação contínua permite que a organização escolha uma determinada área do processo (ou grupo de processos) e melhore os processos relacionadas com essa área. Utiliza níveis de capacidade para caracterizar a melhoria associada a uma área de um processo em particular.

Por outro lado, a representação por estágios ou estratificada utiliza conjunto predefinidos de áreas de processo para definir um caminho de melhoria para a organização, caracterizado por níveis de maturidade, e em que cada nível contém com conjunto de áreas de processos que caracterizam os diferentes comportamentos organizacionais.

### 2.1.1. Representação Contínua

Possibilita à organização utilizar a ordem de melhoria que melhor atende aos seus objetivos de negócio da empresa. É caracterizado por Níveis de Capacidade - *Capability Levels*, sendo que um processo pode estar no nível de capacidade 2, e outro processo no nível de capacidade 3.

- Nível 0: Incompleto (*ad hoc*)
- Nível 1: Executado
- Nível 2: Gerido
- Nível 3: Definido

Mais à frente deste capítulo, teremos uma explicação detalhada de cada um dos Níveis de Capacidade.

### 2.1.2. Representação por Estágios ou Estratificada

Todos os processos têm que estar no mesmo nível, sendo que disponibiliza uma sequência pré-determinada para a melhoria baseada em estágios que não deve ser desconsiderada, pois cada estágio serve de base para o próximo. É caracterizado por Níveis de Maturidade - *Maturity Levels*:

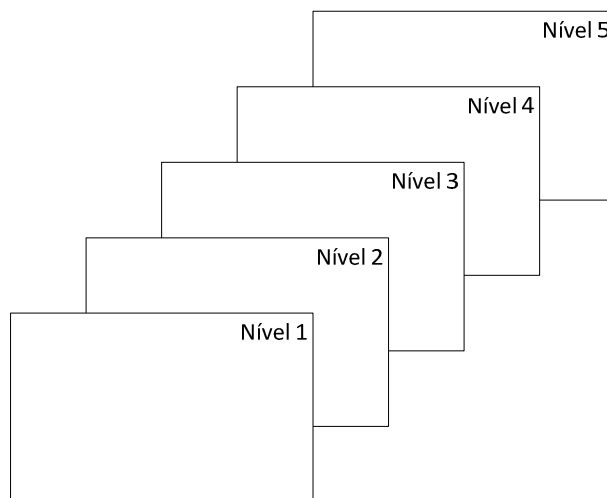


Figura 1 - Níveis de Maturidade

- Nível 1: Inicial (*ad hoc*)
- Nível 2: Gerido
- Nível 3: Definido
- Nível 4: Gerido quantitativamente
- Nível 5: Em otimização

Existe uma abordagem em pormenor dos Níveis de Maturidade, adiante neste documento.

## 2.2. Benefícios do CMMI

Segundo o estudo de Herbsleb [5], existem um conjunto de benefícios em adotar o CMM nos processos de desenvolvimento e manutenção de Software:

- Melhoria no moral das equipas de desenvolvimento, aumentando a qualidade de vida dos mesmos;
- Diminuição de horas extraordinárias;
- Maior estabilidade do ambiente de trabalho;
- Menor rotatividade das equipas de desenvolvimento;
- Melhoria de comunicação;
- Melhoria na qualidade dos produtos, sendo os Clientes os principais beneficiados, além das próprias organizações.

Podem ser acrescentados outros fatores que influenciam de forma significativa [1], a adoção do CMMI por parte das organizações nomeadamente:

- Redução de custos;
- Redução do prazo de entrega do produto ou serviço;
- Melhoria da produtividade;
- Informação adicional fornecida pelo cliente, necessária ao desenvolvimento do produto ou serviço, que poderia ficar omitida.

## **2.3. Componentes das Áreas de Processo**

Nesta secção do documento, são descritos os componentes do CMMI encontrados nas áreas de processo, metas genéricas e nas práticas genéricas. Os componentes do modelo estão divididos em três categorias: necessários, esperados e informativos.

### **2.3.1. Necessários**

Os componentes necessários são essenciais para alcançar a melhoria dos processos numa determinada área de processo, sendo que deverão ser visíveis a sua implementação nos processos da organização. No CMMI os componentes necessários são as metas específicas e metas genéricas. A satisfação de uma meta é utilizada nas avaliações de base para decidir se uma área de processo foi implementada de maneira adequada.

### **2.3.2. Esperados**

Os componentes esperados descrevem as atividades que são importantes para alcançar um componente necessário, orientando assim os responsáveis para implementar melhorias ou executar avaliações. Os componentes esperados são constituídos pelas práticas específicas e pelas práticas genéricas.

Para que as metas possam ser consideradas satisfeitas, as práticas associadas ou as alternativas a estas, devem estar presentes nos diversos processos planeados e implementados da organização.

### 2.3.3. Informativos

Os componentes informativos ajudam os utilizadores do modelo a compreender os componentes necessários e esperados. São exemplos de componentes informativos explicações detalhadas, subpráticas, notas, referências, exemplos, *sources*, exemplos de produto de trabalho e elaboração de práticas genéricas.

A figura seguinte ilustra os componentes do modelo, bem como a relação existente entre os mesmos.

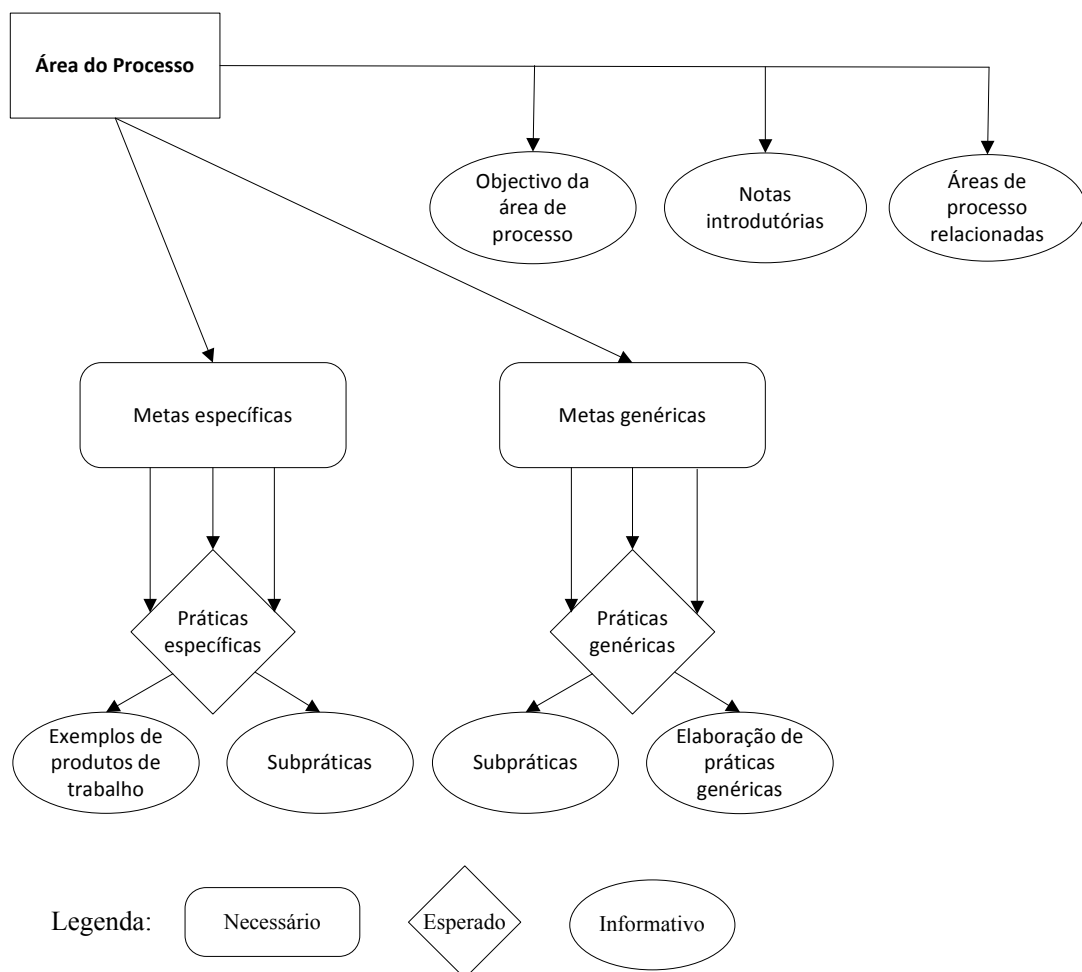


Figura 2 – Componentes do modelo CMMI [1]

Os componentes informativos desempenham um papel importante na compreensão do modelo. Muitas vezes é impossível descrever adequadamente o comportamento necessário

ou esperado de uma organização, utilizando apenas uma única meta ou prática. Os componentes informativos fornecem as informações necessárias para atingir a correta compreensão das metas e práticas, pelo que não devem ser ignorados.

#### **2.3.4. Áreas de processo**

A área de processo é um conjunto de práticas relacionadas a uma área que quando implementadas de forma conjunta, satisfazem um conjunto de metas consideradas importantes para realizar melhorias nessa mesma área.

O modelo CMMI-DEV é composto por 22 áreas de processo:

- Análise e Resolução de Causas (CAR);
- Gestão de Configuração (CM);
- Análise e Tomada de Decisões (DAR);
- Gestão Integrada de Projeto (IPM);
- Medição e Análise (MA);
- Definição dos Processos da Organização (OPD);
- Foco nos Processos da Organização (OPF);
- Gestão do Desempenho Organizacional (OPM);
- Desempenho dos Processos da Organização (OPP);
- Treino Organizacional (OT);
- Integração de Produto (PI);
- Monitorização e Controle de Projeto (PMC);
- Planeamento de Projeto (PP);
- Garantia da Qualidade de Processo e Produto (PPQA);
- Gestão Quantitativa de Projeto (QPM);
- Desenvolvimento de Requisitos (RD);
- Gestão de Requisitos (REQM);
- Gestão de Riscos (RSMK);
- Gestão de Contrato com Fornecedores (SAM);
- Solução Técnica (TS);
- Validação (VAL);

- Verificação (VER).

### **2.3.5. Objetivo da Área de Processo**

O objetivo da área de processo é uma declaração de propósito e é um componente informativo da área de processo.

Por exemplo, o objetivo da área de processo Definição dos Processos da Organização (OPD) é “estabelecer e manter com conjunto utilizável de ativos de processos da organização, padrões de ambiente de trabalho, e normas e diretrizes para as equipes de trabalho”.

### **2.3.6. Notas Introdutórias**

As notas introdutórias de uma área de processo descrevem os principais conceitos abrangidos na área de processo e é um componente informativo.

Como exemplo, as notas introdutórias da área de processo Monitorização e Controle de Projeto (PMC) é “quando o estado real se desvia significativamente dos valores esperados, ações corretivas são implementadas conforme o caso”.

### **2.3.7. Áreas de Processo Relacionadas**

É um componente informativo que apresenta referências às áreas de processo relacionadas e reflete as relações de alto nível entre as áreas de processo.

Um exemplo de uma referência encontrada no ponto áreas de processo relacionadas na área de processo Planejamento do Projeto (PP) será “consulte a área de processo Gestão de Riscos para mais informações sobre identificação e análise de riscos e mitigação dos mesmos”.

### **2.3.8. Metas Específicas**

Descrevem as características únicas que devem estar presentes para satisfazer a área de processo. É um componente necessário do modelo e é utilizado nas avaliações para ajudar a



determinar se uma área de processo está satisfeita.

Como exemplo de uma meta específica da área Gestão de Configuração (CM) temos “a integridade dos *baselines* é estabelecida e mantida”. Apenas a declaração da meta específica é um componente necessário. O título e as notas associadas à meta específica são componentes informativos do modelo.

### **2.3.9. Metas Genéricas**

São componentes necessários do modelo utilizados nas avaliações para determinar se uma área do processo está implementada e são denominadas genéricas porque a mesma declaração se aplica a várias áreas do processo. Descrevem as características que devem estar presentes para institucionalizar os processos que implementam a área de processo em causa.

Um exemplo de uma meta genérica é “o processo é institucionalizado como um processo definido”. Apenas a declaração da meta genérica é um componente necessário. O título e as notas com a meta são componentes informativos do modelo.

### **2.3.10. Resumo das metas e práticas específicas**

O resumo das metas e práticas específicas fornece um resumo de alto nível das metas específicas e práticas específicas e é um componente informativo.

### **2.3.11. Práticas Específicas**

Prática específica é a descrição de uma atividade que é considerada importante para alcançar a meta associada. As práticas específicas descrevem as atividades que deverão resultar na realização das metas específicas de uma área de processo e é um componente necessário do modelo.

Um exemplo de uma prática específica da área de processo Monitorização e Controlo de Projeto (PMC) é “monitorizar os compromissos identificados no plano de projeto”. A declaração da prática específica é um componente necessário, sendo que o título e as notas são considerados componentes informativos do modelo.

### **2.3.12.Exemplos de produtos de trabalho**

Lista exemplos de saída a partir uma prática específica e são componentes informativos.

Como exemplo de um produto de trabalho para a prática específica “monitorizar os valores reais dos parâmetros do planeamento do projeto”, na área de processo Monitorização e Controlo de Projeto (PMC) é “registos de desvios significativos”.

### **2.3.13.Subpráticas**

É uma descrição detalhada que fornece orientação para a interpretação e implementação de uma prática específica ou genérica. Podem ser entendidas como prescritivas, mas na realidade são componentes informativos com o objetivo de fornecer ideias que sejam úteis para a melhoria dos processos.

Como exemplo de uma subprática para a prática específica “implementar uma ação corretiva” na área Monitorização e Controle de Projeto (PMC) é “determinar e documentar as ações apropriadas necessárias para tratar de questões identificadas.

### **2.3.14.Práticas Genéricas**

São denominadas de práticas genéricas porque a mesma prática se aplica a várias áreas de processo e descrevem atividades que são consideradas importantes para a satisfação da meta genérica associada. Contribui para a institucionalização dos processos associados a uma área de processo e fazem parte dos componentes esperados do modelo.

Uma prática genérica da meta genérica “o processo é institucionalizado como um processo gerido” será “fornecer os recursos adequados para a execução do processo, desenvolvimento dos produtos de trabalho e fornecimento dos serviços do processo”.

### **2.3.15.Elaboração das práticas genéricas**

É um componente informativo do modelo, que aparece após as práticas genéricas para fornecer orientações para a aplicabilidade das práticas genéricas exclusivamente às áreas de

processo.

As orientações para a aplicação da prática genérica que sucede à prática “estabelecer e manter uma política organizacional para planeamento e execução do processo”, na área de processo Planeamento do Projeto serão “esta política estabelece as expectativas da organização para estimar os parâmetros de planeamento, estabelecer compromissos internos e externos e desenvolver um plano de gestão do projeto”.

### **2.3.16.Componentes Informativos de Apoio**

Na descrição do modelo, é necessária mais informação para descrever um conceito. Esta informação complementar é fornecida pelos componentes:

- Notas;
- Exemplos;
- Referências.

#### **2.3.16.1 Notas**

Uma nota é um componente informativo do modelo, sob a forma de texto, que pode acompanhar qualquer outro componente, podendo fornecer detalhes, *background*.

A nota que pode acompanhar a prática específica “implementar propostas de ação” na área de processo Análise e Resolução de Causas (CAR) será “ somente alterações que se revelem como mais-valia, devam ser consideradas a sua implementação”.

#### **2.3.16.2 Exemplos**

São componentes informativos do modelo que incluem texto, e por vezes, uma lista de itens geralmente apresentados numa caixa de texto, que podem acompanhar qualquer outro componente e fornece um ou mais exemplos para clarificar um conceito ou uma atividade descrita.

### **2.3.16.3 Referências**

São componentes informativos do modelo que apontam para informações adicionais ou mais detalhadas nas áreas de processo relacionadas, e podem acompanhar qualquer componente do modelo.

### **2.3.17. Esquema de Numeração**

As metas específicas e as metas genéricas estão numeradas de forma sequencial. Cada meta específica inicia-se com o prefixo SG (exemplo SG 1). Cada meta genérica é iniciada pelo prefixo GG (exemplo GG 2).

As práticas específicas e genéricas também são numeradas sequencialmente. Cada prática específica inicia-se com o prefixo SP, seguida de um número na forma x.y (exemplo SP 1.1), sendo que “x” corresponde ao número da meta com a qual a prática específica relaciona-se. O “y” corresponde ao número sequencial da prática específica, à qual pertence a meta específica “x”.

Cada prática genérica é iniciada pelo prefixo GP, seguida de um número na forma x.y (GP 1.1 por exemplo). O “x” corresponde à meta genérica associada e o “y” corresponde ao número sequencial da prática genérica associada, à qual pertence a meta genérica “x”.

## **2.4. Níveis de Maturidade e de Capacidade**

Feita uma apresentação aos componentes dos modelos do CMMI e como se relacionam entre si, esta secção apresenta o conceito de níveis e retrata como as áreas do processo estão organizadas e como são utilizadas.

O CMMI-DEV não especifica que um determinado projeto ou organização deve seguir um determinado caminho ou elaborar um determinado número de documentos de trabalho, para atingir determinadas metas específicas. O modelo CMMI-DEV permite à organização acompanhar o progresso dos seus processos internos, em relação aqueles que são criados e/ou alterados.

### **2.4.1. Níveis do CMMI**

No modelo CMMI-DEV são utilizados níveis para descrever um caminho evolutivo recomendado a uma organização que pretende melhorar de forma consistente e contínua os seus processos, utilizados para desenvolver e manter os seus produtos e serviços. Os níveis também podem resultar de classificações obtidas por meio de avaliações realizadas em organizações compreendendo a organização como um todo, ou grupos mais pequenos, como projetos ou departamentos em particular.

O CMMI apresenta dois caminhos alternativos, como já foi referido neste documento anteriormente. Um permite que as organizações melhorem de forma incremental os processos que correspondem a uma área de processos ou grupo de áreas de processo. O outro caminho permite que as organizações melhorem um conjunto de processos relacionados entre si e de forma incremental, tratando sucessivos conjuntos de áreas de processo.

Estes dois caminhos de melhoria estão associados com os dois tipos de níveis: níveis de capacidade e níveis de maturidade, sendo que estes níveis correspondem às duas abordagens para a melhoria de processo chamado de representações. Para a representação contínua, utiliza-se a expressão “nível de capacidade” e para a representação por estágios, utiliza-se a expressão “nível de maturidade”.

Para se atingir um determinado nível, a organização deve satisfazer todas as metas associadas à área de processo ou conjunto de áreas de processo que constituem o alvo de melhoria, independentemente da representação utilizada. Ambas as representações fornecem formas de melhorar os processos, utilizando os mesmos componentes do modelo.

### **2.4.2. Estruturas das representações**

A figura 3 ilustra a estrutura da representação contínua, sendo que a figura 4 a representação por estágios. Uma das diferenças é imediata quando se observa as representações: por estágios utiliza níveis de maturidade para caracterizar o estado geral dos processos da organização em relação ao modelo como um todo, enquanto a representação contínua usa níveis de capacidade para caracterizar o estado de um dos processos da organização em

relação a uma área de processo individual.

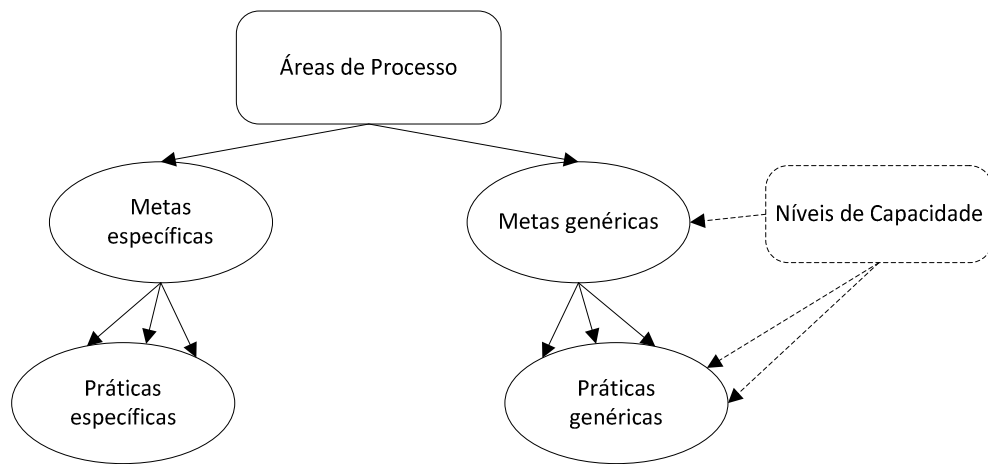


Figura 3 – Estrutura da representação contínua [1]

A semelhança é evidente – ambas possuem muitos dos mesmos componentes (por exemplo áreas de processo, metas específicas e práticas específicas) com a mesma hierarquia e configuração, mas a representação contínua foca na capacidade de áreas de processo medida pelos níveis de capacidade, sendo que a representação por estágios foca nos níveis de maturidade. Essas dimensões no CMMI são usadas tanto para *benchmarking* e atividades de avaliação, bem como para orientar esforços para a melhoria na organização.

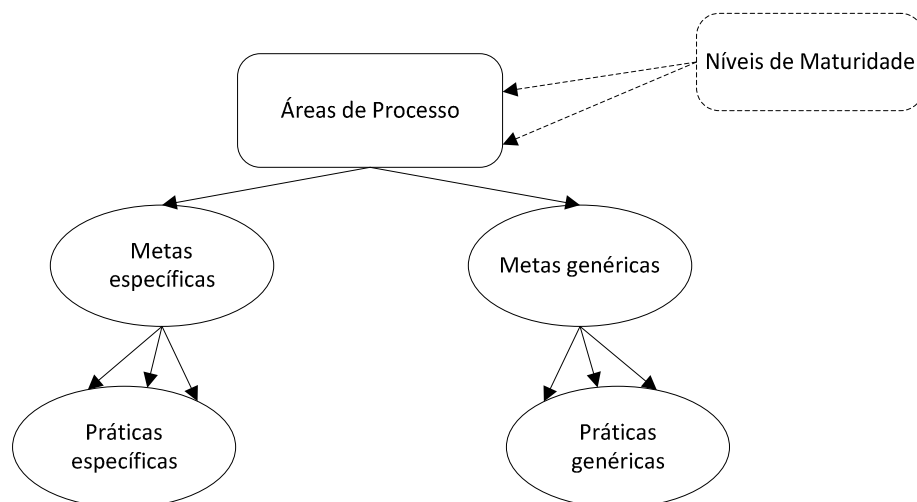


Figura 4 – Estrutura da representação por estágios ou estratificada [1]

- Níveis de capacidade associados à representação contínua, aplicam-se à melhoria de

processos de uma organização em áreas de processo individuais, sendo que os níveis são um meio para melhorar de forma incremental os processos correspondentes e são numerados de 0 a 3.

- Níveis de maturidade associados à representação por estágios ou estratificada, aplicam-se à melhoria do processo num conjunto de áreas de processo, em que os níveis são um meio de melhorar os processos correspondentes a um determinado conjunto de áreas de processo, utilizando níveis de maturidade numerados de 1 a 5.

A tabela seguinte faz a comparação entre as 2 representações, sendo que o ponto de partida de cada uma é diferente, em que compara os quatro níveis de capacidade para os cinco níveis de maturidade.

Tabela 1 – Comparação entre níveis de Capacidade e níveis de Maturidade [1]

<b>Nível</b>	<b>Representação contínua Níveis de Capacidade</b>	<b>Representação por estágios Níveis de Maturidade</b>
Nível 0	Incompleto	---
Nível 1	Executado	Inicial
Nível 2	Gerido	Gerido
Nível 3	Definido	Definido
Nível 4	---	Gerido Quantitativamente
Nível 5	---	Em otimização

A representação contínua está focada com uma área de processo em particular e em melhorar o nível de capacidade desejado para essa área de processo. Neste contexto se o processo é executado ou incompleto é importante, caracterizando “incompleto” como ponto de partida.

A representação por estágios ou estratificada está focada com a seleção de várias áreas de processo para melhorar o nível de maturidade, pelo que os processos “individuais” se são executados ou incompletos não são o objetivo principal. O ponto de partida é o “estado” inicial.

Os níveis de capacidade e níveis de maturidade fornecem formas de melhorar os processos de uma organização e medir o que a organização pode e deve melhorar, no entanto a abordagem à melhoria é diferente.

### 2.4.3. Níveis de Capacidade

Na utilização da representação contínua, todos os modelos do CMMI refletem os níveis de capacidade no seu *design* e desenho. Os quatro níveis de capacidade, cada um com uma base de melhoria dos processos em curso são designados pelos números de 0 a 3:

- 0.Incompleto;
- 1.Executado;
- 2.Gerido;
- 3.Definido

Um nível de capacidade para uma área de processo é conseguido com todas as metas genéricas são atingidas para esse nível. O facto de os níveis de capacidade 2 e 3 utilizarem os mesmos termos que as metas genéricas 2 e 3 é intencional, porque cada uma dessas metas e práticas genéricas reflete o significado dos níveis de capacidade das metas e práticas.

#### 2.4.3.1 Nível de capacidade 0 – Incompleto

Um processo “incompleto” é um processo que não é executado ou é executado parcialmente. Uma ou mais metas específicas da área de processo não está satisfeita e não existem metas genéricas para este nível, pelo que não existe razão para institucionalizar um processo executado parcialmente.

#### 2.4.3.2 Nível de capacidade 1 – Executado

Nível de capacidade 1 é caracterizado como um processo executado. É um processo que realiza o trabalho necessário para a produção dos produtos de trabalho e satisfaz às metas específicas da área de processo.

Embora o nível de capacidade 1 resulte em melhorias importantes, as mesmas podem ser perdidas ao longo do tempo, caso não sejam institucionalizadas. A “obrigatoriedade” por meio de implementação das práticas genéricas do CMMI nos níveis de capacidade 2 e 3, contribui para que as melhorias sejam mantidas.



#### **2.4.3.3 Nível de capacidade 2 – Gerido**

Um processo de nível 2 é caracterizado por um processo gerido. É um processo executado que é planeado e executado de acordo com uma política existente; emprega pessoas qualificadas que possuem recursos adequados para produzirem saídas controladas, envolve as partes interessadas, é monitorizado, controlado e revisto, e a sua implementação em relação à descrição do processo é avaliada.

A disciplina existente no nível de capacidade 2, contribui para assegurar que as práticas descritas, sejam mantidas em períodos de *stress*.

#### **2.4.3.4 Nível de capacidade 3 - Definido**

É um processo gerido, adaptado a partir de um conjunto de processos padrão da organização de acordo com as diretrizes para adaptação da organização, tem uma descrição mantida do processo e contribui com experiências de melhoria do processo para os ativos de processo da organização.

Uma diferença existente entre os níveis 2 e 3 de capacidade é o âmbito dos padrões, descrições de processos e procedimentos. No nível de capacidade 2, os padrões, descrições e procedimentos podem ser bastantes diferentes em cada instância específica do processo (num projeto específico por exemplo). No nível de capacidade 3 os padrões, descrições e procedimentos para um projeto são adaptados a partir de um conjunto de processos padrão da organização para se ajustar às necessidades desse projeto específico ou a uma unidade da organização em particular. Com esta adaptação, conduz a uma maior homogeneidade, exceto em diferenças permitidas pelas diretrizes de adaptação.

Outra distinção importante é o nível de descrição dos processos, pelo que no nível de capacidade 3 são descritos de forma mais rigorosa do que no nível de capacidade 2. Um processo definido estabelece claramente o objetivo, as entradas, critérios de entrada, as atividades, os papéis, as medidas, etapas de verificação, saídas e os critérios de saída. No nível de capacidade 3 os processos são geridos de forma mais proactiva, baseando-se no entendimento entre relações das atividades do processo e medidas detalhadas do processo e seus produtos de trabalho.

#### **2.4.3.5 Progressão nos níveis de Capacidade**

Os níveis de capacidade de um processo são atingidos por meio da aplicação das práticas genéricas ou alternativas adequadas para os processos associados com a área de processo.

Atingir o nível de capacidade 1 para uma área de processo, equivale por dizer que os processos associados a essa área de processo são “processos executados”.

Para alcançar o nível de capacidade 2 numa área de processo, supõe-se que exista uma política indicando que o processo deve ser executado. Existe um plano para esse fim, com recursos disponíveis, responsabilidades atribuídas, formação para executá-lo, os produtos de trabalho relacionados com a execução do processo são controlados. O processo de nível de capacidade 2 pode ser planejado e monitorizado, como qualquer outro projeto ou atividade.

Atingir o nível de capacidade 3, supõe que exista um processo padrão da organização associado à área de processo, podendo ser adaptado para as necessidades do projeto. Os processos são definidos e aplicados de forma consistente, visto que são baseados nesses mesmos processos padrão da organização.

Depois de uma organização atingir o nível de capacidade 3 nas áreas de processo que selecionou para melhoria, pode continuar a melhoria abordando áreas de processos maturidade elevada: Desempenho dos Processos da Organização, Gestão Quantitativa de Projetos, Análise e Resolução de Causas e Gestão do Desempenho Organizacional.

As áreas de processo de maturidade elevada focam-se em melhorar o desempenho desses processos já implementados. Descrevem o uso de estatísticas e outras técnicas quantitativas para melhorar os processos organizacionais e de projetos, para melhor alcançar os objetivos de negócio.

#### **2.4.4. Níveis de Maturidade**

Para suportar o uso da representação por estágios, todos os modelos CMMI refletem os níveis de maturidade no seu *design* e conteúdo. Um nível de maturidade é composto por práticas específicas e genéricas relacionadas a um conjunto predefinido de áreas de processo que melhoram o desempenho global da organização. O nível de maturidade de uma organização é um indicativo do seu desempenho. A experiência demonstra que as organizações têm melhor

desempenho quando focam os esforços de melhoria de processo, num número razoável de áreas de processo num dado momento, e que essas áreas requerem melhorias crescentes à medida que a organização melhora.

Um nível de maturidade é um patamar evolutivo definido para a melhoria do processo. Cada nível de maturidade representa o amadurecimento de um importante subconjunto de processos da organização, preparando-os assim para alcançar o próximo nível de maturidade. Os níveis de maturidade são medidos pela satisfação das metas específicas e genéricas, associadas a cada conjunto predefinido de áreas de processo.

Existem 5 níveis de maturidade, numerados de 1 a 5. Cada um é uma camada que representa a base para as atividades de melhoria dos processos em curso:

- 1.Inicial;
- 2.Gerido;
- 3.Definido;
- 4.Gerido quantitativamente;
- 5.Em Otimização.

De referir que os níveis de maturidade 2 e 3 utilizam a mesma terminologia em relação aos níveis de capacidade 2 e 3. É intencional este propósito, visto que os conceitos de níveis de maturidade e níveis de capacidade se complementam. Níveis de maturidade são usados para caracterizar a melhoria da organização em relação a um conjunto de áreas de processo, enquanto os níveis de capacidade caracterizam a melhoria da organização em relação a uma área de processo individual.

#### **2.4.4.1 Nível de maturidade 1 – Inicial**

No nível de maturidade 1, os processos são geralmente informais e métodos *ad hoc*, às vezes descritos como caóticos. A organização geralmente não fornece um ambiente estável para apoiar os processos. O sucesso destas organizações depende essencialmente dos “rasgos individuais”, e não de utilização comprovada dos processos. Apesar deste cenário, as organizações produzem produtos e serviços que funcionam, mas não são capazes de fazer estimativas de custos ou planos de projetos corretos. Em fases mais críticas dos projetos, abandonam os seus processos e são incapazes de repetir os seus sucessos.

#### **2.4.4.2 Nível de maturidade 2 – Gerido**

No nível de maturidade 2, os projetos da organização têm a garantia de que os processos são planejados e executados de acordo com uma política. Os projetos têm pessoas qualificadas que possuem recursos adequados para produzirem saídas adequadas; existe uma envolvimento das partes consideradas interessadas, e estes são monitorizados, controlados, revistos e são avaliados para verificar se existe a correta implementação em relação à descrição do processo. A disciplina existente refletida no nível de maturidade 2, contribui para que as práticas existentes sejam mantidas mesmo em períodos de *stress*. Quando essas práticas estão em uso, os projetos são executados e geridos de acordo com os seus planos documentados.

O *status* do produto de trabalho, estão visíveis para a gestão em pontos considerados críticos e/ou chave (por exemplo o término de tarefas principais). Os compromissos com as partes interessadas são estabelecidos e revistos caso necessário, e os produtos de trabalho são controlados de forma adequada, pelo que satisfazem as descrições específicas do processo, padrões e procedimentos específicos.

#### **2.4.4.3 Nível de maturidade 3 – Definido**

Os processos são bem caracterizados e compreendidos, e estão descritos em normas, procedimentos, ferramentas e métodos. A base para o nível de maturidade 3 é o conjunto dos processos padrão, que são estabelecidos e melhorados ao longo do tempo, pelo que permite uma uniformização no contexto de toda a organização. Os projetos estabelecem os processos definidos ao adaptar os processos padrão da organização, de acordo com as diretrizes de adaptação da organização.

Uma distinção entre o nível de maturidade 2 e 3 é o âmbito dos padrões, descrições de processo e procedimentos. No nível de maturidade 2, os padrões, descrições de processo e procedimentos podem ser diferentes em cada instância específica do processo (projeto em particular). No nível de maturidade 3, os padrões, descrições e procedimentos para um projeto são adaptados a partir de um conjunto de processos padrão da organização, existindo assim maior homogeneidade, exceto em diferenças permitidas pelas diretrizes de adaptação.

Outra diferença importante no nível de maturidade 3 é que a descrição dos processos é feita

de forma mais rigorosa, que no nível de maturidade 2, pois um processo definido estabelece claramente o objetivo, entradas, critérios de entrada, atividades, papéis, medidas, etapas de verificação, saídas e critérios de saída. Os processos são geridos de forma mais proactiva, com base na compreensão de como as atividades do processo se relacionam.

No nível de maturidade 3, a organização melhora ainda mais os seus processos relacionados com as áreas de processo de nível de maturidade 2. As práticas genéricas associadas à meta genérica que não foram tratadas no nível de maturidade 2, são aplicadas para atingir o nível de maturidade 3.

#### **2.4.4.4 Nível de maturidade 4 – Gerido quantitativamente**

No nível de maturidade 4, a organização e os projetos estabelecem objetivos quantitativos para a qualidade e para o desempenho do processo, utilizando os mesmos como critérios na gestão de projetos. Objetivos quantitativos baseiam-se nas necessidades dos clientes, dos utilizadores finais, da organização e dos responsáveis pela implementação de processos. A qualidade e o desempenho do processo são entendidos em termos estatísticos e geridos ao longo do ciclo de vida dos projetos.

Para subprocessos selecionados, medidas específicas de desempenho de processo são analisadas estatisticamente. Ao selecionar para análise os subprocessos, é fundamental para compreender as relações entre os diferentes subprocessos e o seu impacto na execução dos objetivos da qualidade e desempenho do processo. Essa abordagem ajuda a garantir que a monitorização dos subprocessos usando estatística e outras técnicas quantitativas é aplicado aonde existe valor acrescentado para o negócio. *Baselines* de desempenho do processo e modelos podem ser utilizados para ajudar a qualidade e desempenho do processo a alcançar os objetivos de negócio.

Uma distinção entre o nível de maturidade 3 e 4 está relacionada com a previsibilidade de desempenho do processo. No nível de maturidade 4, o desempenho dos projetos e subprocessos selecionados é controlado por de estatística e outras técnicas quantitativas, e as previsões são baseadas em parte numa análise estatística detalhada dos dados.

#### **2.4.4.5 Nível de maturidade 5 – Em Otimização**

No nível de maturidade 5, uma organização melhora de forma contínua os seus processos, recorrendo ao entendimento quantitativo dos seus objetivos de negócio e necessidades de desempenho. A organização utiliza uma abordagem quantitativa para compreender a variação inerente no processo e as causas dos resultados dos processos.

O foco principal deste nível são as melhorias incrementais e inovadoras introduzidas nos processos e na tecnologia utilizada. A qualidade da organização e o desempenho dos processos são estabelecidos, continuamente revistos para refletir mudanças nos objetivos de negócio e desempenho organizacional, e utilizados como critérios na gestão de melhoria dos processos. Os efeitos das melhorias dos processos implantados são medidos através de estatística e outras técnicas quantitativas e comparados com a qualidade e desempenho dos processos.

Uma distinção entre o nível de maturidade 4 e 5 é o foco na gestão e melhoria do desempenho organizacional. No nível de maturidade 4, a organização e os projetos focam-se em compreender e controlar o desempenho ao nível do subprocesso e utiliza os resultados para gerir projetos. No nível de maturidade 5, a organização está preocupada com o desempenho global da organização usando dados recolhidos de vários projetos. A análise dos dados identifica deficiências ou falhas no desempenho. Essas lacunas são usadas para conduzir a melhoria do processo organizacional que gera melhoria mensurável no desempenho.

#### **2.4.4.6 Progressão nos níveis de Maturidade**

As organizações podem alcançar melhorias progressivas e consistentes na sua maturidade organizacional, conseguindo primeiro o controlo ao nível do projeto, e continuar até ao nível mais avançado – gestão do desempenho organizacional e processo de melhoria contínua, utilizando para isso tanto dados quantitativos, como dados qualitativos para a tomada de decisão.

Dado que a maturidade organizacional está associada a melhorias consoante os resultados esperados que podem ser obtidos pela organização, a maturidade é uma forma de prever resultados gerais nos próximos projetos da organização. Por exemplo, no nível de maturidade

2, a organização passou de uma fase *ad hoc* para uma fase disciplinada, estabelecendo correta gestão dos projetos. À medida que a organização satisfaz as metas específicas e as metas genéricas para um conjunto de áreas de processo de um nível de maturidade, aumenta a sua maturidade e os benefícios da melhoria dos processos podem ser obtidos. Como cada nível de maturidade constitui uma base necessária e consolidada para o próximo nível, tentar saltar níveis de maturidade não é aconselhável.

Deve-se entender que o esforço de melhoria do processo deverá estar focado nas necessidades da organização e no contexto do seu ambiente de negócio e que as áreas de processo nos níveis mais altos de maturidade podem tratar das necessidades atuais e futuras da organização ou de um projeto em particular. As organizações que pretendem evoluir do nível de maturidade 1 para o nível 2 são incentivadas a estabelecer um grupo de processos, que é tratado pela área Foco no Processo Organizacional (OPF) que pertence ao nível de maturidade 3, ou seja, embora o grupo de processos não seja característica necessária da organização no nível de maturidade 2, este pode ser um elemento útil na estratégia da organização para atingir o nível de maturidade 2.

Por vezes, essa situação é caracterizada pelo estabelecimento de um grupo de processos de nível de maturidade 1 para ajudar a levar a organização para o nível 2. As atividades de melhoria de processo no nível de maturidade 1 podem depender principalmente da visão e competência dos membros do grupo de processo até que seja estabelecida uma infraestrutura para suportar uma melhoria mais disciplinada e generalizada.

As organizações podem instituir melhorias de processo em qualquer momento que escolherem, mesmo antes de estarem preparadas para avançar até ao nível de maturidade para a qual a prática específica é recomendada. Nestas situações, recomenda-se que as organizações entendam que o sucesso dessas melhorias pode estar em risco, já que a base para a sua implementação efetiva não foi concretizada. Os processos sem base adequada podem fracassar exatamente no momento em que são necessários, ou seja, em momentos de *stress* ou maior pressão.

Um processo definido, característico do nível de maturidade 3, pode estar em risco, caso as práticas de gestão no nível de maturidade 2 sejam deficientes. A organização pode comprometer-se de forma negativa com um cronograma mal planeado ou falhar no controlo de mudanças de requisitos no *baseline*. De forma semelhante, por vezes as organizações recolhem e tratam informação de forma detalhada, característico do nível de maturidade 4,

podendo resultar em dados de difícil interpretação, devido a inconsistências nas definições de processo e de medição.

Outro exemplo de uso de processos associados a áreas de processo de nível de maturidade mais elevado, ocorre no desenvolvimento de produtos. É natural esperar que organizações no nível de maturidade 1 realizem análise de requisitos, *design*, integração do produto e verificação. No entanto, estas atividades são descritas no nível de maturidade 3 como Processos de Engenharia coerentes e bem integrados que complementam o amadurecimento da capacidade da gestão de projetos, de modo que melhorias de Engenharia não sejam perdidas por processos *ad hoc*.

#### 2.4.5. Áreas de Processo

As áreas de processo são vistas de forma diferente nas duas representações. A figura 5 ilustra como as áreas de processo são utilizadas na representação contínua e a figura 6 como as áreas de processos são utilizadas na representação por estágios ou estratificada.

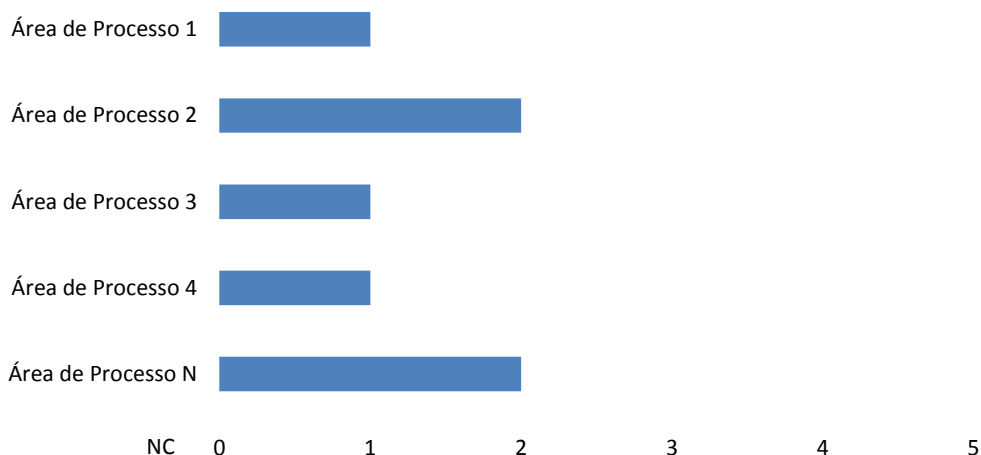


Figura 5 – Áreas de Processo na representação Contínua – perfil alvo

A representação contínua permite que a organização escolha como objetivo central dos seus esforços de melhoria de processo, áreas de processo, ou conjuntos interligados de áreas de processo, que sejam mais vantajosas para a organização e para os seus objetivos de negócio. Embora existam algumas limitações na escolha, em função da dependência entre as áreas de processo, existe uma considerável liberdade de escolha.



Para facilitar o uso da representação contínua, as áreas são organizadas em 4 categorias: Gestão de Processos, Gestão de Projetos, Engenharia e Suporte. Estas categorias “agrupam” algumas das relações existentes entre as principais áreas de processo.

Uma vez seleccionadas as áreas de processo, deve-se definir o quanto se deseja amadurecer os processos dessas áreas, isto é, o nível de capacidade apropriado. Os níveis de capacidade, as metas e as práticas genéricas servem de referência para a melhoria dos processos associados às áreas de processo individuais. Por exemplo, a organização pode decidir esforçar-se por atingir o nível de capacidade 2 numa área de processo, e o nível de capacidade 3 noutra área de processo. À medida que vai atingindo determinado nível de capacidade, pode direccionar os esforços para o próximo nível ou tratar outras áreas de processo. Uma vez atingido o nível de capacidade 3 na maioria das áreas de processo, a organização pode focar-se para as áreas de processo de maturidade elevada e pode acompanhar cada um através do nível de capacidade 3.

Esta seleção de áreas de processo e níveis de capacidade é descrita pelo perfil-alvo. Desse perfil resultam as metas e as práticas sobre as quais a organização deve direccionar os seus esforços de melhoria.

A maioria das organizações terá como alvo o nível de capacidade 1, o que requer que todas as metas específicas da área de processo sejam atingidas. Caso as organizações tenham como objetivo, alcançar níveis superiores a 1, deverão concentrar-se na implementação efetiva das metas e práticas genéricas associadas.

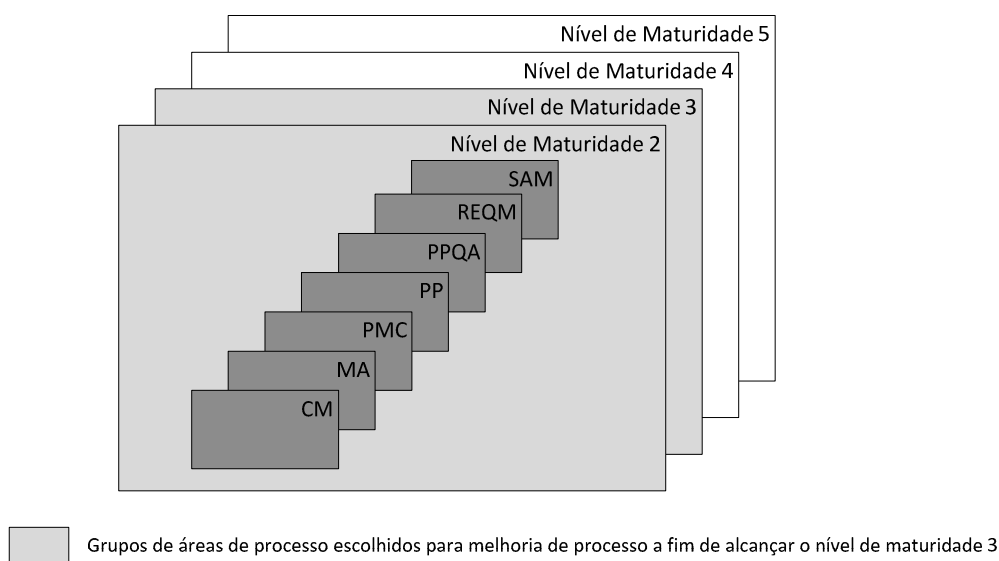


Figura 6 – Áreas de Processo na representação por Estágios

A representação por estágios proporciona um caminho de melhoria do nível de maturidade 1 até ao nível de maturidade 5, que envolve a execução das metas das áreas de processo em cada nível de maturidade. As áreas de processo são agrupadas por nível de maturidade, indicando assim quais as áreas de processo a implementar para atingir cada nível de maturidade.

Por exemplo no nível de maturidade 2, há um conjunto de áreas de processo que uma organização deve utilizar, para orientar a sua melhoria de processo até que todas as metas dessas áreas sejam alcançadas. Uma vez alcançado, a organização deve focar os seus esforços para atingir o nível de maturidade 3, e assim por diante. As metas genéricas aplicáveis a cada área de processo também são predefinidas. A meta genérica 2 aplica-se ao nível de maturidade 2 e a meta genérica 3 aplica-se aos níveis de maturidade 3 a 5.

A tabela seguinte apresenta uma lista de todas as áreas de processo do CMMI-DEV, categorias associadas e níveis de maturidade.

Tabela 2 – Áreas de Processo, categorias e seus níveis de maturidade [1]

<b>Área de Processo</b>	<b>Categoria</b>	<b>Nível de Maturidade</b>
Análise e Resolução de Causas	Suporte	5
Gestão de Configuração	Suporte	2
Análise e Tomada de Decisões	Suporte	3
Gestão Integrada de Projeto	Gestão de Projeto	3
Medição e Análise	Suporte	2
Definição dos Processos da Organização	Gestão de Processos	3
Foco nos Processos da Organização	Gestão de Processos	3
Gestão do Desempenho Organizacional	Gestão de Processos	5
Desempenho dos Processos da Organização	Gestão de Processos	4
Treino Organizacional	Gestão de Processos	3
Integração de Produto	Engenharia	3
Monitorização e Controle de Projeto	Gestão de Projeto	2
Planeamento de Projeto	Gestão de Projeto	2
Garantia da Qualidade de Processo e Produto	Suporte	2
Gestão Quantitativa de Projeto	Gestão de Projeto	4
Desenvolvimento de Requisitos	Engenharia	3
Gestão de Requisitos	Gestão de Projeto	2
Gestão de Riscos	Gestão de Projeto	3
Gestão de Contrato com Fornecedores	Gestão de Projeto	2
Solução Técnica	Engenharia	3
Validação	Engenharia	3
Verificação	Engenharia	3

## 2.4.6. Equivalência com a Representação por Estágios

A equivalência é um modo de comparar resultados obtidos com o uso da representação contínua em relação à representação por estágios. Se a melhoria medida foi relativa às áreas de processo utilizando os níveis de capacidade na representação contínua, o que se poderá concluir em termos de maturidade? Será possível efetuar esta equivalência? [1]

Até ao momento não se discutiu sobre as avaliações de processo de forma detalhada. O método SCAMPI <sup>1</sup> é utilizado para avaliar organizações que utilizam o CMMI, e um dos resultados obtidos é uma classificação. Se a representação contínua é utilizada para uma avaliação, a classificação será um nível de capacidade. Por outro lado, se for usada a representação por estágios, a classificação será um nível de maturidade.

Um perfil de nível de capacidade é uma lista de áreas de processo juntamente com os níveis de capacidade alcançados em cada área. Este perfil permite que a organização acompanhe o nível por área de processo, sendo denominado perfil alcançado quando representa o progresso real observado da organização em cada área de processo ou perfil-alvo, quando representa os objetivos de melhoria de processo da organização a serem alcançados. A figura 7 ilustra o perfil-alvo e o perfil alcançado, sendo que a azul de cada barra o que já foi alcançado, e a cinza o que falta percorrer para que o perfil-alvo seja satisfeito.

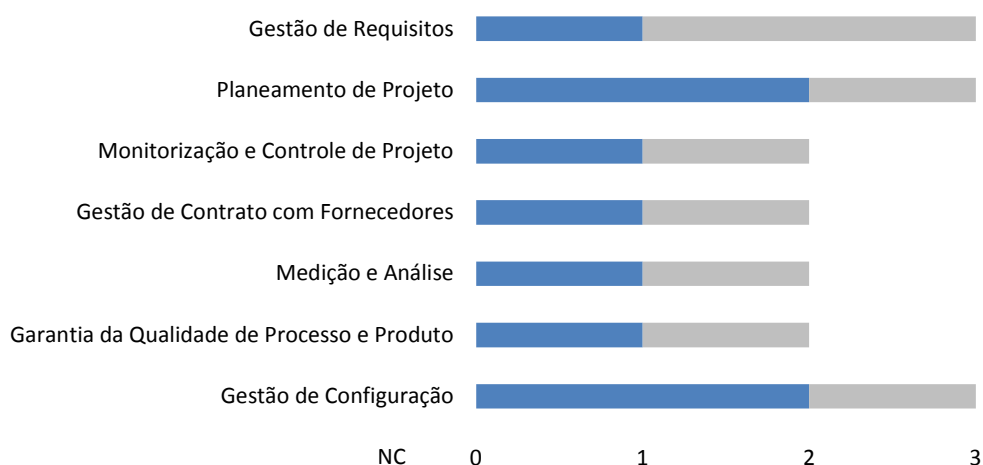


Figura 7 – Exemplo de Perfil alcançado e Perfil-Alvo

<sup>1</sup> O método SCAMPI será objeto de análise na secção Uso de Modelos CMMI

Um perfil alcançado, quando comparado com um perfil-alvo, permite que a organização planeie e acompanhe a sua evolução em cada área de processo. Manter perfis de nível de capacidade é aconselhável quando se utiliza a representação contínua.

O objetivo de nível de capacidade é uma série de perfis-alvo, que descrevem o caminho de melhoria do processo a ser percorrido pela organização. Ao planejar e construir os perfis-alvo, a organização deve ter em conta as dependências entre as práticas genéricas e as áreas de processo. Se uma prática genérica depende de uma determinada área de processo, seja para executar a prática genérica ou para fornecer um produto ou pré-requisito, a prática genérica pode ser muito menos efetiva quando a área de processo não é implementada.

Embora haja muitas razões para utilizar a representação contínua, as classificações fornecidas pelos perfis de nível de capacidade são limitadas quanto à sua possibilidade de fornecer às organizações uma forma de se comparar com outras organizações. Os perfis de nível de capacidade poderiam ser utilizados se as organizações selecionassem as mesmas áreas de processo. Já os níveis de maturidade são utilizados ao longo do tempo, para comparações entre organizações e fornecem conjuntos predefinidos de áreas de processo. Por este motivo, criou-se a equivalência com a representação por estágios, sendo que dessa forma um perfil de nível de capacidade obtido numa avaliação de uma dada organização que use a representação contínua, possa ser convertido numa classificação de nível de maturidade.

A forma mais eficaz de ilustrar a equivalência é fornecer uma sequência de perfis-alvo, cada um equivalente a uma classificação de nível de maturidade.

A figura 8 representa um resumo dos perfis-alvo que devem ser alcançados quando se usa a representação contínua para ser equivalente aos níveis de maturidade de 2 a 5. Cada área sombreada nas colunas de nível de capacidade representa um perfil-alvo que é equivalente a um nível de maturidade.

As seguintes regras resumem a equivalência com a representação por estágios:

- Para alcançar o nível de maturidade 2, todas as áreas de processo associadas ao nível de maturidade 2 devem alcançar o nível de capacidade 2 ou 3;
- Para alcançar o nível de maturidade 3, todas as áreas de processo associadas ao nível de maturidade 2 e 3 devem alcançar o nível de capacidade 3;
- Para alcançar o nível de maturidade 4, todas as áreas de processo associadas ao nível de maturidade 2, 3 e 4 devem alcançar o nível de capacidade;

- Para alcançar o nível de maturidade 5, todas as áreas de processo do modelo devem alcançar o nível de capacidade 3.

Nome	Abrev.	NM <sup>2</sup>	NC 1	NC 2	NC3
Gestão de Configuração	CM	2	<b>Perfil-alvo 2</b>		
Medição e Análise	MA	2			
Monitorização e Controle de Projeto	PMC	2			
Planeamento de Projeto	PP	2			
Garantia da Qualidade de Processo e Produto	PPQA	2			
Gestão de Requisitos	REQM	2			
Gestão de Contrato com Fornecedores	SAM	2			
Análise e Tomada de Decisões	DAR	3	<b>Perfil-alvo 3</b>		
Gestão Integrada de Projeto	IPM	3			
Definição dos Processos da Organização	OPD	3			
Foco nos Processos da Organização	OPF	3			
Treino Organizacional	OT	3			
Integração de Produto	PI	3			
Desenvolvimento de Requisitos	RD	3			
Gestão de Riscos	RSKM	3			
Solução Técnica	TS	3			
Validação	VAL	3			
Verificação	VER	3			
Desempenho dos Processos da Organização	OPP	4	<b>Perfil-alvo 4</b>		
Gestão Quantitativa de Projeto	QPM	4			
Análise e Resolução de Causas	CAR	5	<b>Perfil-alvo 5</b>		
Gestão do Desempenho Organizacional	OPM	5			

Figura 8 – Perfis-alvo e equivalência com a representação por Estágios

<sup>2</sup> As abreviaturas NM e NC correspondem a Níveis de Maturidade e Níveis de Capacidade respetivamente.

Ao utilizar a representação por estágios ou estratificada, alcançar a maturidade é atingir o nível de maturidade 4 ou 5. Atingir o nível de maturidade 4, envolve a implementação de todas as áreas de processo para os níveis de maturidade 2, 3 e 4. Da mesma forma alcançar o nível de maturidade 5, envolve implementar todas as áreas de processo para os níveis de maturidade 2, 3, 4 e 5.

Em termos de equivalência, atingir o nível de maturidade 4 equivale a alcançar o nível de capacidade 3 para todas as áreas de processo, exceto para a Análise e Gestão de Causas (CAR) e Gestão do Desempenho Organizacional (OPM). Atingir o nível de maturidade 5, equivale a alcançar o nível de capacidade 3 para todas as áreas de processo.

## **2.5. Relacionamento entre Áreas de Processo**

Esta secção descreve as iterações entre as áreas de processo, para melhor esclarecimento de como a melhoria de processos deve ser considerada de ponto de vista das Organizações e como algumas áreas de processo são construídas com base na implementação de outras.

As relações entre diversas áreas de processo, incluindo a informação e fluxo existente entre as mesmas, são ilustradas pelas figuras e respetivas análises, para ajudar a ter uma visão mais abrangente do processo de melhoria e respetiva implementação.

As iniciativas de melhoria de processo bem-sucedidas, devem ser conduzidas e apoiadas pelos objetivos de negócio da organização. Por exemplo, um objetivo comercial comum é reduzir o tempo que leva a conseguir um produto no mercado. O objetivo de melhoria de processos derivados do que poderia ser este objetivo seria a de melhorar os processos de gestão de projetos, para garantir entrega no prazo definido, sendo que as melhorias dependem de boas práticas no planeamento de projetos e seu acompanhamento.

Como foi referido no ponto 2.4.5 deste documento, as áreas podem ser agrupadas em 4 categorias: Gestão de Processo, Gestão de Projeto, Engenharia e Suporte.

Apesar de termos categorias de áreas de processo para facilitar o entendimento das suas iterações, estas muitas vezes interagem entre si e têm efeito sobre outras, independentemente do grupo a que pertence, categoria ou nível. Por exemplo a área Análise e Tomada de Decisões – nível de maturidade 3, contem práticas específicas que abordam o processo de avaliação formal utilizada na área Solução Técnica.

### **2.5.1. Gestão de Processo**

As áreas de processo de Gestão de Processo contêm atividades transversais aos projetos, relacionadas com a definição, planeamento, *deploying*, implementação, monitorização, controle, avaliação, medição e melhoria de processos.

As 5 áreas de processo na Gestão de Processo são:

- Definição dos Processos da Organização (OPD);
- Foco nos Processos da Organização (OPF);
- Gestão do Desempenho Organizacional (OPM);
- Desempenho dos Processos da Organização (OPP);
- Treino Organizacional (OT).

#### **2.5.1.1 Áreas de processo de Gestão de Processo básicas**

As áreas de processo de Gestão de Processo básicas fornecem à organização a capacidade para documentar e divulgar por toda a organização as melhoras práticas, os ativos do processo e experiências adquiridas.

A figura 9 apresenta uma visão das iterações entre as áreas de processo de Gestão de Processo básicas e outras categorias de áreas de processo. A área de processo Foco dos Processos da Organização (OPF) auxilia a organização a planear e implementar melhorias nos processos organizacionais com base na compreensão de pontos fortes e pontos fracos dos processos e dos ativos de processo da organização.

As possíveis melhorias a serem realizadas nos processos da organização são obtidas por vários meios, tais como: propostas de melhoria de processo, medição dos processos, lições aprendidas com a implementação de processos, e resultados de atividades de avaliação de processos e produtos.

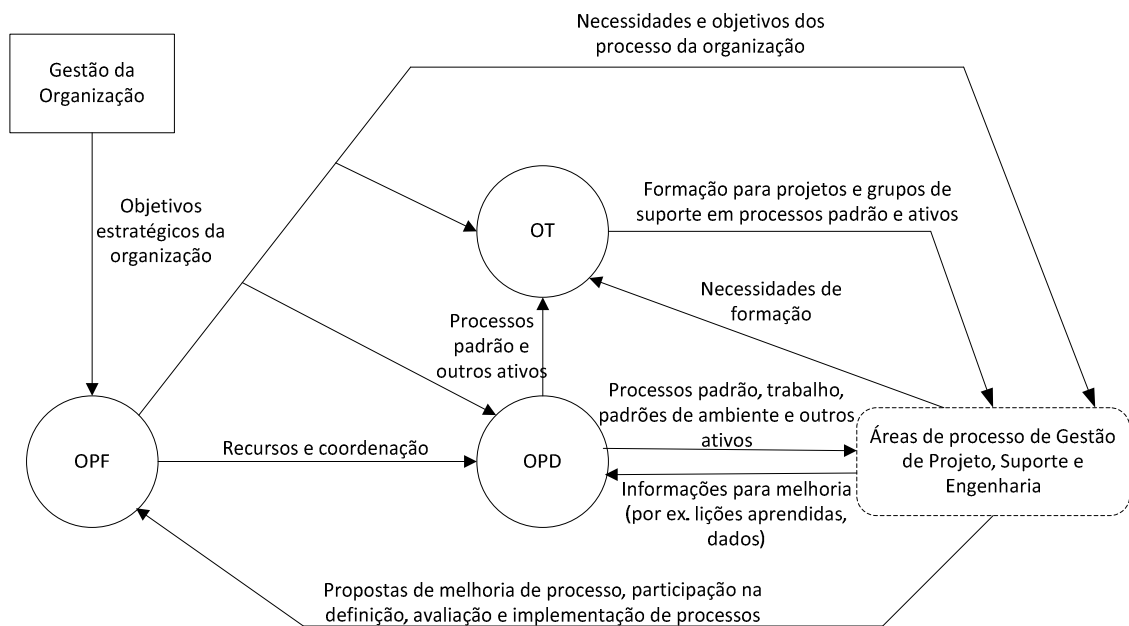


Figura 9 – Áreas de processo de Gestão de Processo básicas

A área de processo Definição dos Processos da Organização (OPD) estabelece e mantém o conjunto de processos padrão da organização, padrões de ambiente de trabalho e outros ativos, com base na necessidade dos processos e nos objetivos da organização. Esses ativos incluem descrições dos modelos de ciclo de vida, diretrizes para adaptação de processos e documentação e dados associados a processos.

O conjunto de processos-padrão é adotado pelos projetos para criar os seus processos definidos. Os outros ativos de processo são usados para apoiar a adaptação e a implementação dos processos definidos.

A experiência adquirida e os produtos de trabalho gerados com base na execução desses processos definidos, incluindo dados resultantes de medição, descrições de processos, artefactos de processo e lições aprendidas, são incorporados conforme apropriado ao conjunto de processos padrão e aos outros ativos da organização.

A área de processo Treino Organizacional (OT) identifica as necessidades estratégicas de formação da organização, assim como as necessidades táticas que são comuns aos projetos e grupos de suporte. Em especial, formações são desenvolvidas ou adquiridas a fim de desenvolver as competências necessárias para executar o conjunto de processos padrão da organização. Os principais componentes da formação incluem um programa gerido de



desenvolvimento de cursos, planos documentados, pessoas com conhecimento adequado e mecanismos para medir a eficácia do programa de formação.

### 2.5.1.2 Áreas de processo de Gestão de Processo avançadas

As áreas de processo de Gestão de Processos avançadas proporcionam à organização uma melhoria na capacidade de alcançar os seus objetivos quantitativos para a qualidade e desempenho do processo.

A figura 10 ilustra uma visão das iterações entre as áreas de processo de Gestão de Processo avançadas e outras categorias das áreas de processo. Cada uma das áreas de processo de Gestão de Processo avançadas depende da capacidade de elaborar e implementar processos e ativos de suporte. As áreas de processo de Gestão de Processos básicas fornecem essa capacidade.

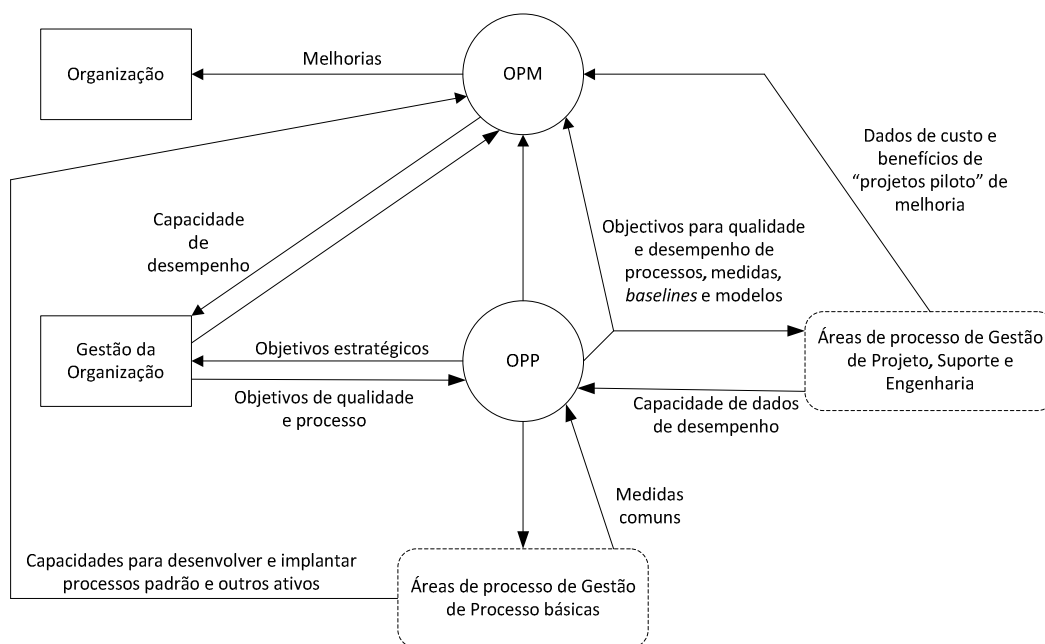


Figura 10 – Áreas de processo de Gestão de Processo avançadas

Analisando a figura 10, a área de processo Desempenho dos Processos da Organização (OPP) deriva de objetivos quantitativos para a qualidade e para o desempenho dos processos, a partir dos objetivos estratégicos da organização. A organização fornece aos projetos e grupos de suporte medidas comuns, *baselines* de desempenho de processo e modelos de desempenho de processos.

Esses ativos da organização apoiam a definição do processo que pode atingir a qualidade do projeto, objetivos de desempenho e suporte de gestão quantitativa. A organização analisa os dados de desempenho de processos contidos nesses processos definidos para desenvolver um entendimento quantitativo da qualidade de produto, da qualidade de serviço e do desempenho do processo do conjunto de processos padrão da organização.

Na área de processo Gestão de Desempenho Organizacional (OPM), *baselines* e modelos são analisados, para compreender a capacidade da organização em atingir os objetivos de negócio estabelecidos e objetivos para a qualidade e para o desempenho do processo. Com base nessa compreensão, a organização seleciona e implementa melhorias incrementais e inovadoras, de forma a melhorar o desempenho da organização.

A escolha das melhorias a serem implementadas é baseada na análise quantitativa dos benefícios e custos estimados para a implementação das melhorias. A organização pode ajustar os objetivos de negócio, qualidade e desempenho do processo conforme apropriado.

## **2.5.2. Gestão de Projeto**

As áreas de processo de Gestão de Projeto tratam das atividades de gestão de projetos relacionadas com o planejamento, monitorização e controle de projeto.

As áreas de processo do CMMI-DEV de Gestão de Projeto são:

- Gestão Integrada de Projeto (IPM);
- Monitorização e Controle de Projeto (PMC);
- Planejamento de Projeto (PP);
- Gestão Quantitativa de Projeto (QPM);
- Gestão de Requisitos (REQM);
- Gestão de Riscos (RSKM);
- Gestão de Contracto com Fornecedores (SAM).

### **2.5.2.1 Áreas de processo de Gestão de Projeto básicas**

As áreas de processo de Gestão de Projeto básicas tratam das atividades relacionadas com a elaboração e manutenção do plano de projeto, estabelecimento e manutenção de

compromissos, monitorização do progresso em relação ao plano estabelecido, implementação de ações corretivas e gestão de contratos com fornecedores.

A Figura 11 apresenta as iterações entre as áreas de processo de Gestão de Projeto básicas com outras categorias de áreas de processo. Conforme ilustra a figura, a área de processo Planeamento de Projeto (PP) inclui a elaboração do plano de projeto com as partes interessadas, a obtenção do compromisso com o plano e sua manutenção.

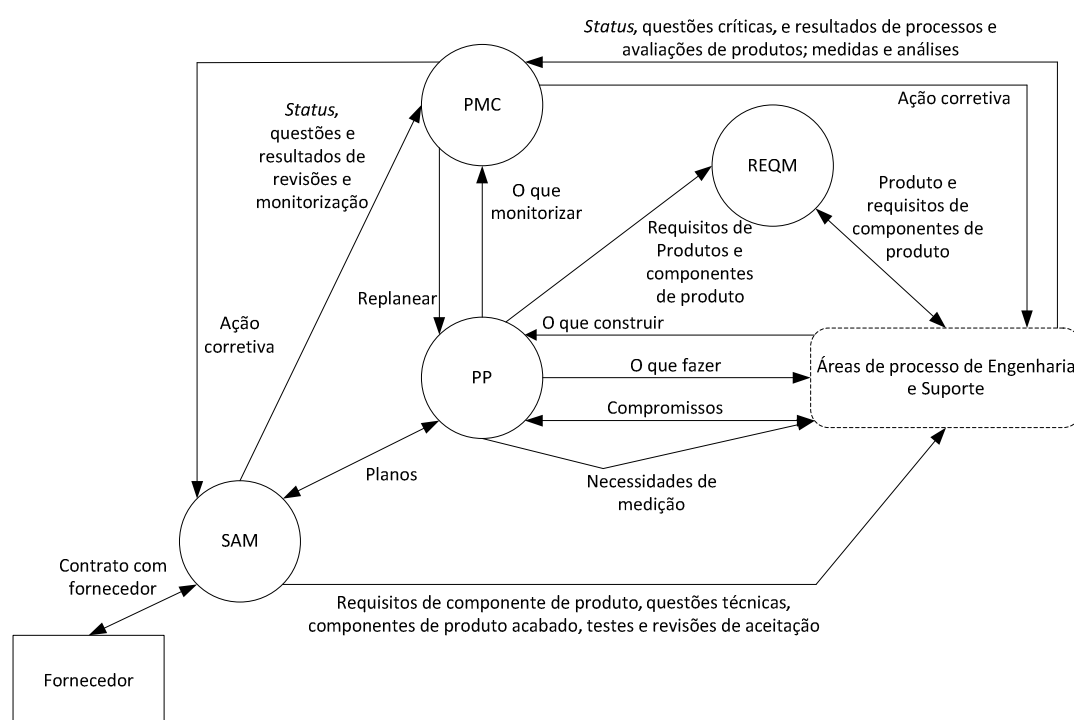


Figura 11 – Áreas de processo de Gestão de Projeto básicas

O Planeamento tem início com os requisitos que caracterizam o produto e o projeto “o que construir”, na figura 11. O plano de projeto engloba as várias atividades de gestão e desenvolvimento do projeto, executadas no âmbito do mesmo. O projeto faz uma revisão de outros planos que o influenciam, gerados pelas várias partes interessadas, e estabelece compromissos com elas em relação às contribuições dadas para o projeto. São exemplos os planos de gestão de configuração, verificação e de medição e análise.

A área de processo Monitorização e Controle de Projeto (PMC) inclui atividades de monitorização e de implementação de ações corretivas. O plano de projeto especifica o nível apropriado de monitorização, a frequência de revisões de progresso e as medidas utilizadas para monitorizar o progresso do projeto com o plano, que é determinado comparando-se o

*status* do projeto com o plano. São implementadas ações corretivas, incluindo replaneamento, e quando o *status* do projeto apresenta desvios significativos em relação aos valores esperados, ações corretivas são aplicadas.

A área de processo Gestão de Requisitos (REQM) faz a monitorização e gestão dos requisitos. São descritas atividades para a obtenção e controlo das modificações sobre os requisitos para garantir que os mesmos estão atualizados com outros dados ou planos relevantes. Esta área de processo garante que as modificações dos requisitos são refletidas nos planos do projeto, atividades e no desenvolvimento do produto.

Este ciclo de modificações pode afetar as áreas de processo da Engenharia, isto é, a gestão de requisitos é dinâmica e tem uma sequência de eventos recursivos e relacionados entre si. Esta área é fundamental para controlar e disciplinar os processos da Engenharia.

A área de processo Gestão de Contrato com Fornecedores (SAM) trata das necessidades de aquisição de partes de trabalho que são produzidos por fornecedores. As fontes de produtos utilizadas para satisfazer aos requisitos de projetos são identificadas de forma proactiva. O fornecedor é selecionado, e é estabelecido um contrato de forma a gerir a relação com o fornecedor.

O progresso e desempenho do fornecedor são acompanhados por meio de monitorização de processos e produtos selecionados, e o contrato com o fornecedor é atualizado conforme o caso. Realizam-se revisões e testes de aceitação dos componentes de produto fornecidos pelo fornecedor.

#### **2.5.2.2 Áreas de processo de Gestão de Projeto avançadas**

As áreas de processo de Gestão de Projeto avançadas tratam de atividades tais como estabelecer um processo definido que é adaptado a partir do conjunto de processos-padrão da organização, criando o ambiente de trabalho do projeto com base nos padrões de ambiente de trabalho da organização, coordenação e colaboração entre as parte interessadas, gestão de riscos, formar e manter equipas integradas de forma a permitir a execução dos projetos, bem como gerir quantitativamente o processo definido para o projeto.

A figura 12 apresenta uma visão das iterações entre as áreas de processo de Gestão de Projeto avançadas e outras categorias de áreas de processo. Cada área de processo de Gestão

de Projeto avançadas depende da capacidade de planejar, monitorizar e controlar o projeto, informação fornecida pelas áreas de processo de Gestão de Projeto básicas.

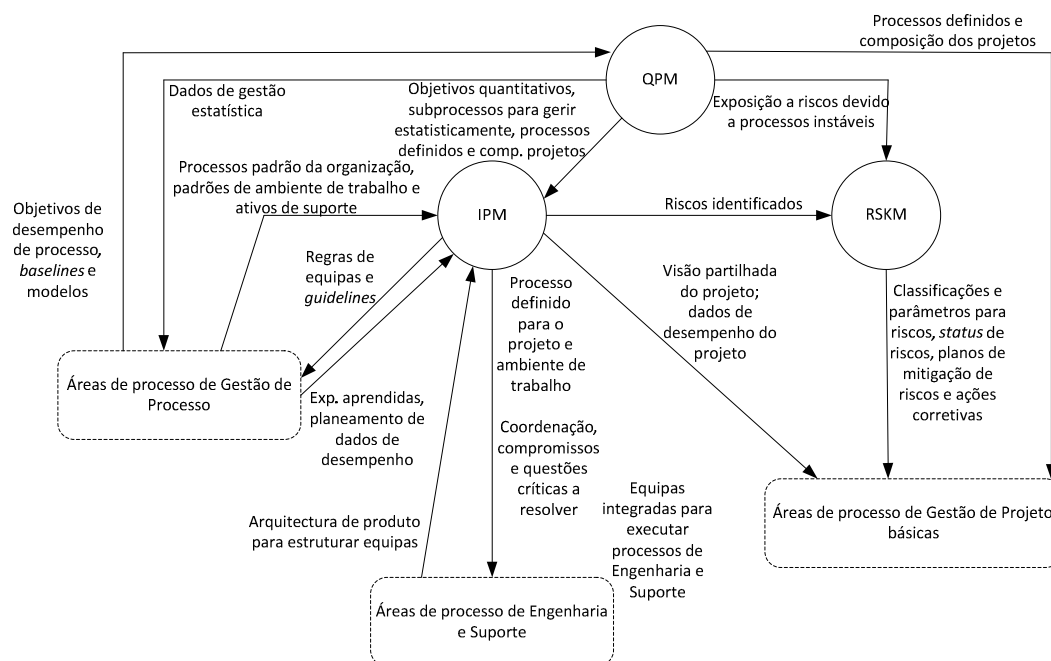


Figura 12 – Áreas de processo de Gestão de Projeto avançadas

A área de processo Gestão Integrada de Projetos (IPM) estabelece e mantém o processo definido para o projeto que é adaptado a partir de um conjunto de processos-padrão da organização: área Definição dos Processos da Organização (OPD). O projeto é gerido com base no processo definido para o projeto.

O projeto utiliza os ativos de processo da organização. O ambiente de trabalho do projeto é estabelecido e mantido com base nos padrões de ambiente de trabalho da organização. As equipas são definidas usando regras e *guidelines*.

A gestão do projeto assegura que as partes interessadas vinculadas ao mesmo, coordenam os seus esforços de forma sincronizada, através de identificação, negociação e acompanhamento de dependências críticas e resolução de problemas de coordenação.

Embora a identificação e monitorização de riscos sejam tratados pelas áreas de processo Planeamento de Projeto (PP) e Monitorização e Controle de Projeto (PMC), a área de processo Gestão de Riscos (RSKM) implementa uma abordagem proactiva e contínua para a gestão de riscos por meio de atividades que incluem identificação de parâmetros de riscos, avaliação de

riscos e mitigação de riscos.

A área de processo Gestão Quantitativa de Projeto (QPM) aplica técnicas quantitativas para gerir a qualidade e desempenho do processo, bem como gerir quantitativamente o projeto. Os objetivos para a qualidade e desempenho de processo para o projeto são baseados nos objetivos estabelecidos pela organização e cliente.

O processo definido para o projeto é composto usando técnicas quantitativas e estatística. Essa análise permite prever a qualidade do projeto. Com base na previsão o projeto pode ajustar o processo definido e negociar alterações. À medida que o projeto avança, o desempenho dos subprocessos são analisados para ajudar a avaliar se o projeto está conforme o plano e seus objetivos.

### **2.5.3. Engenharia**

As áreas de processo de Engenharia tratam de atividades de desenvolvimento e manutenção das diversas disciplinas de Engenharia. As áreas de processo de Engenharia são escritas utilizando uma terminologia genérica de Engenharia, de modo a que qualquer disciplina técnica envolvida no processo de desenvolvimento do produto (Engenharia de Software por exemplo) possa utilizá-la para melhoria do processo.

As áreas de processo de Engenharia também integram os processos associados a diferentes disciplinas de Engenharia em um único processo de desenvolvimento de produto, apoiando uma estratégia de melhoria de processo orientada ao produto. Essa estratégia está mais preocupada em alcançar objetivos estratégicos essenciais do que as disciplinas técnicas específicas. Tal abordagem para processos evita, de forma efetiva, a tendência em direção a um pensamento segmentado das organizações.

As áreas de processo de Engenharia aplicam-se ao desenvolvimento de qualquer produto ou serviço no domínio do desenvolvimento (por exemplo produtos de software, produtos de hardware, serviços, processos).

As 5 áreas de processo de Engenharia do CMMI-DEV são:

- Integração de Produto (PI);
- Desenvolvimento de Requisitos (RD);

- Solução Técnica (TS);
- Validação (VAL);
- Verificação (VER).

A figura 13 apresenta uma visão das iterações entre as áreas de processo de Engenharia.

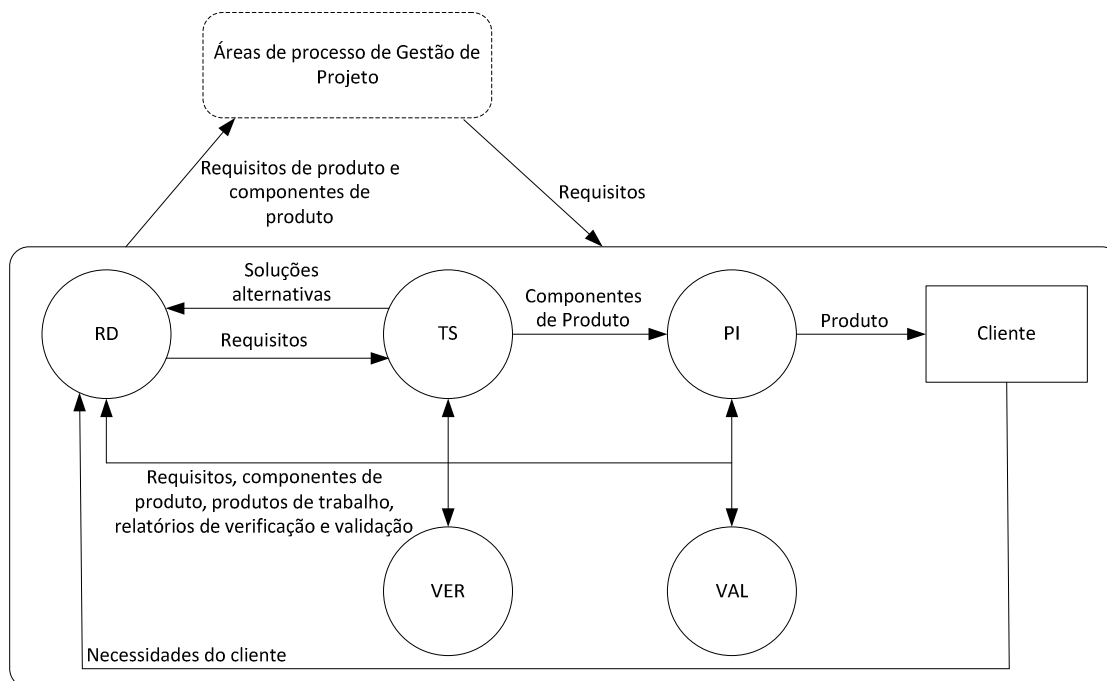


Figura 13 – Áreas de processo de Engenharia

A área de processo Desenvolvimento de Requisitos (RD) identifica as necessidades do cliente e traduz essas necessidades em requisitos do produto. O conjunto de requisitos do produto é analisado para gerar uma solução conceptual de alto nível, sendo que esse conjunto de requisitos é então alocado para estabelecer um conjunto inicial de requisitos de produto.

Outros requisitos que ajudam a definir o produto são derivados e alocados aos componentes do produto. Esse conjunto de requisitos de produto e componentes de produto descreve de forma clara o desempenho do produto, suas características de *design*, requisitos de verificação, para que o programador possa entendê-los e utilizá-los.

A área de processo Desenvolvimento de Requisitos fornece ainda requisitos para a área de processo Solução Técnica (TS), onde os mesmos são convertidos em arquitetura do produto, *design* de componentes de produto e no próprio componente de produto (por exemplo *source*). Os requisitos também são fornecidos à área Integração de Produto (PI), em que os

componentes de produto são combinados e as interfaces são verificadas para assegurar que os requisitos de interface fornecidos pelo Desenvolvimento de Requisitos estão satisfeitos.

A área de processo Solução Técnica (TS) desenvolve pacotes de dados técnicos para componentes de produto que serão utilizados pela área de processo Integração de Produto ou pela área Gestão de Contrato com Fornecedores. Soluções alternativas são examinadas a fim de escolher o *design* ótimo com base em critérios previamente estabelecidos, em que esses critérios podem variar significativamente conforme os produtos, dependendo do tipo, ambiente operacional, requisitos de desempenho e de suporte, custo ou prazo de entrega do produto. A tarefa de escolha da solução final faz uso de práticas específicas da área de processo Análise e Tomada de Decisões.

A área de processo Solução Técnica apoia-se nas práticas específicas da área de processo Verificação (VER) para realizar verificações de *design* e revisões aos pares durante o *design* e antes da fase final.

A área de processo Verificação assegura que produtos de trabalho selecionados satisfazem os seus requisitos especificados, selecionando métodos para a sua verificação em relação aos requisitos especificados. Geralmente a Verificação é um processo incremental, iniciado com a verificação de componentes de produto e concluído com a verificação de produtos acabados.

A Verificação também envolve a revisão aos pares, que é um método comprovado para a remoção efetiva e antecipada de defeitos e proporciona um conhecimento válido sobre os produtos de trabalho e componentes de produto que estão sendo desenvolvidos.

A área de processo Validação (VAL) valida os produtos de forma incremental, em relação às necessidades do cliente. A validação pode ser realizada no ambiente de “produção” ou em ambiente “simulado”. Um aspeto importante para esta área de processo é o alinhamento dos requisitos de validação com o próprio cliente.

O âmbito da área de Validação engloba validação de produtos, componentes de produto, produtos de trabalho intermédios e de processos. Frequentemente esses elementos podem ter que ser novamente verificados e validados. Questões críticas encontradas durante a validação são normalmente solucionadas por meio da área Desenvolvimento de Requisitos ou Solução Técnica.

A área de processo Integração de Produto (PI) contém as práticas específicas associadas à geração da melhor sequência de integração possível, envolvendo a integração de



componentes de produto e a entrega do produto ao cliente.

A Integração de Produto utiliza práticas específicas de áreas Verificação e Validação ao implementar o processo de integração de produto. As práticas de verificação possibilitam a verificação das interfaces e dos requisitos de interface de componentes de produto antes da integração, e esse evento é essencial no processo de integração. Durante a integração do produto no ambiente operacional, utilizam-se as práticas específicas da área de processo Validação.

### **2.5.3.1 Recursividade e Iteração dos Processos de Engenharia**

A maioria dos padrões de processo reconhece que existem duas formas para se aplicar processos: recursividade e iteração.

A recursividade ocorre quando um processo é aplicado a níveis sucessivos de elementos de um sistema numa estrutura de sistemas. Os resultados da aplicação num nível são utilizados como entradas para o próximo nível da estrutura do sistema. Por exemplo, o processo de verificação pode ser aplicado tanto ao produto final completo, como a componentes do produto, até a componentes que fazem parte de outros componentes. O grau de recursividade em que o processo de verificação é aplicado depende por completo do tamanho e da complexidade de produto final.

Por outro lado, a iteração ocorre quando a execução do processo é repetida no mesmo nível do sistema. Pela implementação de um processo, criam-se novas informações que realimentam processos associados. Geralmente, essas novas informações fazem surgir questões que devem ser resolvidas antes de o processo terminar. Por exemplo, provavelmente haverá iterações entre desenvolvimento de requisitos e solução técnica. As questões que surgirem podem ser resolvidas com a reaplicação dos processos. As iterações podem assegurar qualidade antes da aplicação do próximo processo.

Os processos de Engenharia (por exemplo, desenvolvimento de requisitos e verificação) são executados repetidamente no mesmo produto, para assegurar que tenham sido tratados adequadamente antes da entrega ao cliente. Além disso, os processos de Engenharia são aplicados a componentes de produto. Por exemplo, algumas questões que são levantadas por processos associados às áreas de processo Verificação e Validação podem ser resolvidas por processos associados às áreas de processos Desenvolvimento de Requisitos e Integração do

Produto. A recursividade e a iteração desses processos, permitem que o projeto assegure qualidade em todos os componentes de produto antes que sejam entregues ao cliente.

As áreas de processo Gestão de Projeto podem também ser recursivas, isto porque às vezes os projetos são encaixados dentro de outros projetos.

#### **2.5.4. Suporte**

As áreas de processo de Suporte tratam de atividades que apoiam o desenvolvimento e a manutenção de produto. Preocupam-se com processos que são utilizados no contexto de execução de outros processos. Em geral, as áreas de processo de Suporte tratam de processos com foco nos projetos, mas também podem tratar de processos que se aplicam mais genericamente à organização. Por exemplo, a área Garantida da Qualidade de Processo e Produto (PPQA) pode ser utilizada por todas as áreas de processo que visam uma avaliação objetiva dos processos e produtos de trabalho descritos em todas as áreas de processo.

As áreas de processo de Suporte no CMMI-DEV são:

- Análise e Resolução de Causas (CAR);
- Gestão da Configuração (CM);
- Análise e Tomada de Decisões (DAR);
- Medição e Análise (MA);
- Garantia da Qualidade de Processo e Produto (PPQA).

##### **2.5.4.1 Áreas de processo de Suporte básicas**

As áreas de processo de Suporte básicas tratam das funções fundamentais de suporte que são utilizadas por todas as áreas de processo. Embora todas as áreas de processo de Suporte dependam de entradas de outras áreas de processo, as áreas de processo de Suporte básicas fornecem funções de apoio que também auxiliam na implementação de várias práticas genéricas.

A figura 14 fornece uma visão das iterações entre as áreas de processo de Suporte básicas e outras áreas de processo.

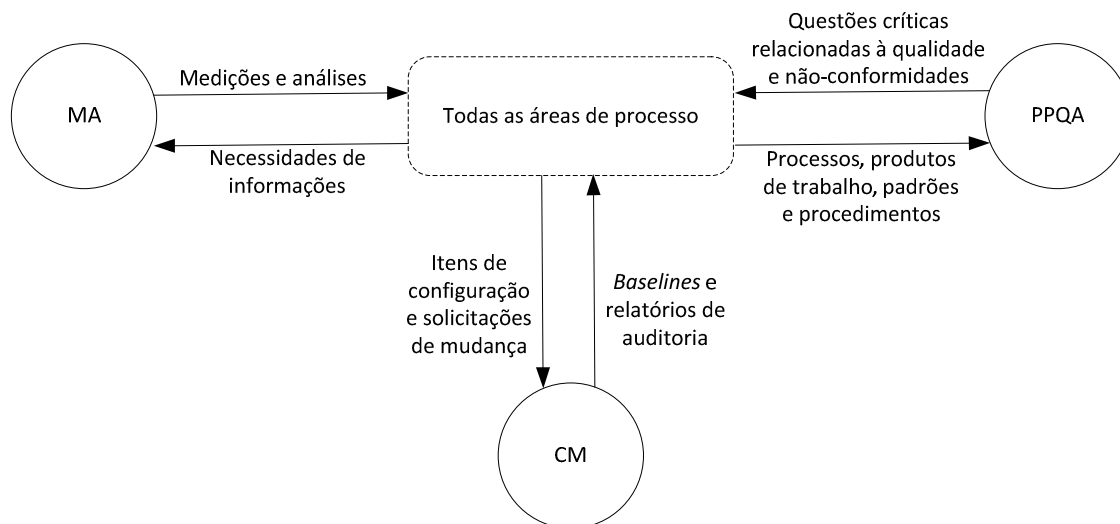


Figura 14 – Áreas de processo de Suporte básicas

A área de processo Medição e Análise (MA) apoia todas as áreas de processo, fornecendo práticas específicas que orientam os projetos e as organizações no alinhamento das necessidades e objetivos de medição, utilizando uma abordagem de medição que forneça resultados objetivos. Esses resultados podem ser utilizados na tomada de decisões baseadas em factos e na implementação de ações corretivas apropriadas.

A área de processo Garantia da Qualidade de Processo e Produto (PPQA) apoia todas as áreas de processo, fornecendo práticas específicas para avaliar objetivamente processos, produtos de trabalho e serviços em relação a descrições de processos, padrões e procedimentos aplicáveis, e assegura o tratamento de quaisquer questões críticas que surjam nessas avaliações. A área Garantia da Qualidade de Processo e Produto assegura também a entrega de produtos e serviços de qualidade, proporcionando à equipa do projeto e aos gestores das diversas fases, a visibilidade apropriada e *feedback* sobre os processos e produtos de trabalho associados, ao longo do ciclo de vida do projeto.

A área de processo Gestão da Configuração (CM) apoia todas as áreas de processo, estabelecendo e mantendo a integridade dos produtos de trabalho, utilizando a identificação de configuração, controle de configuração, balanço das atividades de configuração e auditorias de configuração. Os produtos de trabalho colocados sob gestão de configuração, incluem os produtos que são entregues ao cliente, produtos de trabalho internos selecionados, produtos adquiridos, ferramentas e outros itens utilizados para criar e descrever esses produtos de trabalho. Exemplos de produtos de trabalho que podem ser colocados sob

gestão da configuração são os planos, descrições de processo, requisitos, dados de concepção, desenhos, especificações de produto, *source*, compiladores, arquivos de dados e documentação técnica de produtos.

#### 2.5.4.2 Áreas de processo de Suporte avançadas

As áreas de processo de Suporte avançadas fornecem aos projetos e à organização uma capacidade de suporte melhorada. Cada uma dessas áreas depende de entradas ou práticas específicas de outras áreas de processo.

A figura 15 fornece uma visão entre as áreas de processo de Suporte avançadas e outras áreas de processo.

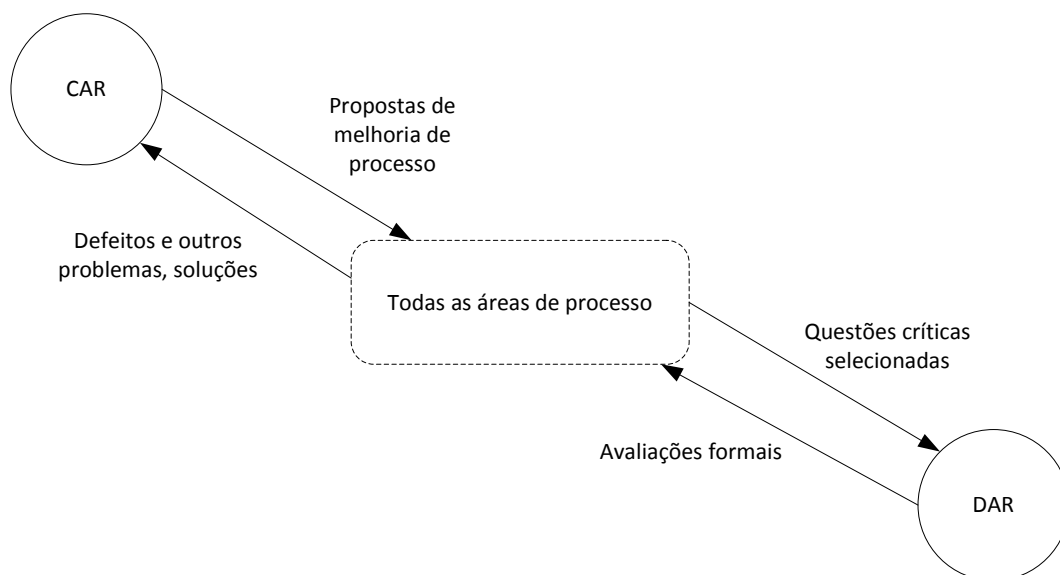


Figura 15 – Áreas de processo de Suporte avançadas

Utilizando a área de processo Análise e Resolução de Causas (CAR), os membros do projeto identificam causas de defeitos e outros problemas e implementam ações para evitar a sua recorrência. Ainda que a identificação da causa de defeitos seja realizada no contexto dos processos definidos para o projeto, as propostas de melhoria de processo resultantes são direcionadas para o conjunto de processos-padrão da organização, com o intuito de prevenir a reincidência dos defeitos.

A área de processo Análise e Tomada de Decisões (DAR) apoia todas as áreas de processo, determinando quais as questões críticas que devem ser submetidas a um processo de

avaliação formal e aplica essa avaliação nas questões identificadas.

### 3. Uso de Modelos CMMI

A complexidade dos produtos exige uma visão integrada da forma como as organizações fazem negócios. O CMMI pode reduzir o custo da melhoria de processo nas organizações que dependem de várias funções ou grupos para desenvolver produtos ou serviços.

Para conseguir essa visão integrada, a *framework* CMMI inclui terminologia, componentes do modelo, métodos de avaliação e métodos de formação comuns a todas as áreas envolvidas. Este capítulo descreve como as organizações podem utilizar a Suíte de Produtos CMMI não apenas para melhorar a qualidade, reduzir custos e otimizar prazos, mas também para saber se os seus programas de melhoria de processos estão a funcionar e a serem corretamente implementados.

#### 3.1. Adotar o CMMI

Vários estudos e pesquisas efetuadas têm mostrado que a melhor maneira de iniciar a melhoria de processo, é construir um suporte sólido organizacional por meio de um forte patrocínio da Gestão da organização. Para conseguir esse patrocínio, muitas vezes é benéfico e interessante sensibilizar e expor à mesma, os resultados de desempenho obtidos por outras organizações que usaram o CMMI para melhorar os seus processos [6].

Para mais resultados sobre os resultados de desempenho do CMMI, existe o *site* do CMMI *Institute* <http://sas.cmmiinstitute.com/pars/pars.aspx>.

O gestor da organização, ao assumir o papel de patrocinador da melhoria de processo, deve envolver-se ativamente no esforço de melhoria do processo baseado no CMMI. As atividades relacionadas com esse papel incluem entre outras:

- Influenciar e promover a adoção do CMMI na organização;
- Escolher as pessoas mais adequadas para gerir o esforço de melhoria do processo;
- Monitorizar e analisar pessoalmente o esforço de melhoria do processo;
- Ser um claro defensor e porta-voz do esforço de melhoria de processo;

- Assegurar que os recursos adequados estão disponíveis para que o esforço na melhoria de processo seja bem-sucedido.

Uma vez obtido esse suporte forte e eficaz, o próximo passo é estabelecer um grupo de processos que seja adequado, tecnicamente competente e que represente as partes interessadas para orientar os esforços de melhoria de processos.

Para uma organização cuja atividade é desenvolver *software*, o grupo de processos pode incluir pessoas que representam as diferentes áreas técnicas existentes na organização, bem como outras escolhidas com base nas necessidades de negócio que direcionam as melhorias. Por exemplo, um administrador de sistemas pode focar a sua atenção no apoio às tecnologias de informação, enquanto um representante do *marketing* pode-se concentrar na integração das necessidades do cliente, sendo que ambos podem dar contribuições valiosas para o grupo de processos.

Uma vez que a organização decide em adotar o CMMI, o planeamento pode começar com uma abordagem de melhoria como o modelo IDEAL<sup>3</sup> [7].

## 3.2. Programa de Melhoria de Processos

Utilizando a Suíte de Produtos CMMI, obtém-se ajuda a estabelecer o programa de melhoria de processos na organização. Recorrendo ao conjunto de produtos para este fim, pode ser um processo informal que envolve compreender e aplicar as melhores práticas do CMMI dentro da organização. Por outro lado, pode ser um processo formal que envolve intensa formação, criação de uma infraestrutura de melhoria de processo, avaliações e outras atividades relacionadas, mais elaboradas, para um resultado mais eficaz e sólido.

### 3.2.1. Escolhas que influenciam o Programa de Melhoria

Será necessário efetuar três escolhas para aplicar o CMMI numa organização, visando a melhoria de processo:

---

<sup>3</sup> IDEAL<sup>SM</sup> (*Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting, and Learning*) model

- Parte da organização;
- Escolha de um modelo;
- Escolha da representação.

A seleção dos projetos a serem envolvidos no programa de melhoria de processo é fundamental. Se for selecionado um grupo demasiado grande, pode acarretar um esforço significativo na fase inicial. Deve-se ter em conta o produto, a organização e homogeneidade das equipas ou seja, se os membros do grupo são todos especialistas na mesma área, se todos trabalham na mesma linha de produto ou negócio, e assim por diante.

Selecionar o modelo adequado é também essencial para um programa de melhoria de processo bem-sucedido. O modelo CMMI-DEV centra-se em atividades de desenvolvimento de produtos e serviços de qualidade. O modelo CMMI-ACQ foca em atividades de gestão na aquisição de produtos e serviços. Por sua vez, o modelo CMMI-SVC concentra-se em atividades de prestação de serviços de qualidade para o cliente e utilizador final. Ao selecionar um modelo, a consideração deve ser dada ao *core bussiness* da organização e projetos, bem como aos processos necessários para satisfazer os objetivos de negócio. Os processos do ciclo de vida (conceção, projeto, desenvolvimento, implementação, manutenção por exemplo) também devem ser considerados na escolha do modelo adequado.

A escolha da representação (níveis de capacidade ou maturidade) deve ter em conta a que se encaixa melhor no conceito de melhoria de processos por parte da organização. Independentemente da escolha, será possível praticamente selecionar qualquer área de processo ou grupo de áreas de processo para orientar a melhoria, embora as dependências entre as áreas de processo devam ser consideradas ao efetuar a seleção.

À medida que os planos e as atividades de melhoria do processo evoluem, outras escolhas importantes também podem ser feitas, incluindo o método de avaliação a ser utilizado, os projetos a serem avaliados, qual a formação adequada a ser dada e quem será objeto dessa mesma formação.

### 3.3. Modelos CMMI

Os modelos CMMI descrevem as melhores práticas que as organizações consideram como úteis e produtivas, visando atingir os seus objetivos estratégicos. Independentemente da



organização, deve-se ter discernimento e julgamento profissional ao interpretar e aplicar as melhores práticas, tendo em consideração a situação, as necessidades e os objetivos estratégicos da organização.

Palavras como “adequado”, “apropriado” ou “conforme necessário” no contexto das metas ou práticas, devem ser interpretadas aquando da aplicação nas respetivas práticas e metas, e são utilizadas para atividades que podem não ser relevantes em todas as situações.

Embora as áreas de processo descrevam as características de uma organização empenhada com a melhoria de processo, deve-se interpretar as áreas de processo, utilizando um conhecimento aprofundado do CMMI, da organização, do ambiente de negócio e das circunstâncias específicas envolvidas.

À medida que se começa a usar um modelo CMMI para melhorar os processos da organização, deve-se mapear os processos da organização na forma como eles são executados, para as áreas de processo do CMMI. Esse mapeamento permite avaliar inicialmente os níveis de conformidade da organização com o modelo CMMI utilizado, acompanhar esse nível de conformidade e identificar oportunidades de melhoria.

Para interpretar as práticas, é importante considerar o contexto geral em que essas práticas são utilizadas e determinar até que ponto elas satisfazem às metas de uma área de processo nesse mesmo contexto. Os modelos CMMI não transcrevem ou indicam explicitamente quais os processos adequados a determinada organização ou projeto. Em vez disso, o CMMI descreve os critérios mínimos necessários para planear e implementar os processos escolhidos pela organização para a melhoria, com base nos objetivos estratégicos.

De forma propositada, as práticas do CMMI utilizam expressões gerais tais como “partes interessadas”, “conforme o caso” ou “conforme necessário” para englobar as necessidades de diferentes organizações e projetos. As necessidades específicas de um projeto também podem diferir em vários pontos, ao longo do seu ciclo de vida.

### **3.4. Interpretar o CMMI ao usar Metodologias Ágeis**

As práticas do CMMI são descritas para fornecer uma gama de valores para situações distintas, pelo que são expressas em termos gerais. Como o CMMI não faz referência a situações ou abordagens específicas, pouca informação nesse âmbito é fornecida,

apresentando-se assim como “um outro ponto de vista” para aqueles que não têm experiência prévia na implementação do CMMI ao longo do processo de melhoria, efetuando uma interpretação “isenta” e sem influências e decisões por intuição.

Para ajudar aqueles que usam Metodologias Ágeis a interpretar as práticas do CMMI nos seus ambientes, foram adicionadas notas introdutórias às áreas de processo do CMMI-DEV: CM, PI, PMC, PP, PPQA, RD, REQM, RSKM, TS e VER. Todas as notas que fazem referência às metodologias ágeis, servem para ajudar e a lembrar que são notas com exemplos anexos para melhor interpretação das práticas do CMMI, pelo que não são nem necessárias nem suficientes para a implementação do processo de melhoria na respectiva área.

Existem várias metodologias ágeis. Palavras como “ambiente ágil” ou “metodologia ágil” são uma abreviação para qualquer abordagem de desenvolvimento ou de gestão que adere ao *Manifesto for Agile Development* [8].

As diversas metodologias são caracterizadas como:

- Envolvimento direto do cliente no desenvolvimento do produto;
- Uso de múltiplas iterações de desenvolvimento para aprender e evoluir o produto;
- Disposição e abertura por parte do cliente em partilhar a responsabilidade pelas decisões e pelo risco.

Muitas metodologias de desenvolvimento e gestão podem partilhar uma ou mais dessas características e não são designadas de ágeis. Por exemplo, algumas equipas são pela forma de trabalhar indiscutivelmente “ágeis”, apesar do termo não ser usado nem aplicado. Mesmo não estando a usar uma metodologia ágil de forma explícita, podemos encontrar conceitos e formas de trabalhar em algumas situações.

Deve-se ter cuidado e atenção ao usar as notas, sendo que a sua interpretação na área de processo deve ter em conta as especificidades da situação, incluindo a área de negócio da organização, projeto, grupo de trabalho, equipa, objetivos propostos, no pleno cumprimento das práticas e metas de uma área de processo do CMMI. Como mencionado anteriormente, as notas devem ser tomadas como exemplo e não são necessárias nem suficientes para implementar a área de processo.

Alguns aspetos gerais e motivações para uma orientação em abordagens ágeis de desenvolvimento são encontrados na nota técnica do SEI *CMMI or Agile: Why Not Embrace*

Both! [9].

### 3.5. Uso das Avaliações CMMI

Muitas organizações acreditam que é importante medir os seus progressos por meio de uma avaliação e, dessa forma, obter uma classificação de nível de maturidade ou um perfil de nível de capacidade.

As avaliações das organizações que utilizam um modelo CMMI devem estar em conformidade com os requisitos definidos no documento *Appraisal Requirements for CMMI* (ARC) [10]. Estas avaliações centram-se na identificação das oportunidades de melhoria e na comparação dos processos da organização com as melhores práticas do CMMI.

As equipas de avaliação usam um modelo CMMI e um método de avaliação em conformidade com o ARC para orientar tanto a avaliação como relatar as conclusões da mesma. Os resultados da avaliação são usados por exemplo, por um grupo de processos para planear as melhorias a serem realizadas pela organização.

Estes tipos de avaliações são realizados devido a uma ou mais das seguintes razões, podendo ser efetuadas por avaliadores acreditados [11]:

- Para comparar os processos da organização em relação às melhores práticas do CMMI e identificar áreas em que podem ser implementadas melhorias, podendo assim comparar-se com um *standard* e servir como ponto de referência no seu esforço de melhoria dos processos;
- Para informar os clientes e fornecedores sobre como os processos da organização estão em consonância com as melhores práticas do CMMI;
- Para satisfazer a requisitos contratuais de um ou mais clientes.

#### 3.5.1. Requisitos de Avaliação para o CMMI

O documento *Appraisal Requirements for CMMI* (ARC) descreve os requisitos para os vários tipos de avaliação. Uma avaliação completa com o objetivo de *benchmarking* é definida como avaliação Classe A. Métodos menos formais são definidos como métodos Classe B ou Classe C.

O documento ARC foi elaborado para ajudar a melhorar a uniformidade entre os métodos de avaliação e para ajudar os elaboradores dos métodos de avaliação, os decisores das organizações e utilizadores a compreender as vantagens e desvantagens entre os vários métodos.

Dependendo da finalidade da avaliação e da natureza das circunstâncias, uma classe pode ser mais apropriada que as outras. Por vezes autoavaliações, avaliações iniciais, mini avaliações, ou avaliações externas são apropriadas, sendo que noutros momentos uma avaliação formal *benchmarking* é a mais correta.

Um determinado método de avaliação é declarado um método de avaliação ARC Classe A, B ou C, com base no conjunto de requisitos ARC que o elaborador do método utilizou na sua conceção.

### **3.5.2. Métodos de Avaliação SCAMPI**

O método de avaliação SCAMPI A é um método geralmente reconhecido e portanto utilizado para a realização de avaliações Classe A, utilizando modelos CMMI. O documento SCAMPI A *Method Definition Document* (MDD) define normas para garantir a coerência das avaliações [12]. Para *benchmarking* com outras organizações, as avaliações devem assegurar que as classificações sejam comparáveis. Alcançar um nível de maturidade específico ou satisfazer uma área de processo deve ter o mesmo significado para diferentes organizações avaliadas.

A família de avaliações SCAMPI contém os métodos de avaliação Classe A, B e C. O SCAMPI A é o método oficialmente reconhecido e o mais rigoroso, sendo o único que pode resultar em índices de qualidade de referência (níveis de maturidade). Os métodos de avaliação SCAMPI B e C fornecem às organizações informações de melhoria, sendo que são menos formais e rigorosas do que os resultados de uma avaliação SCAMPI A, mas mesmo assim ajuda a organização a identificar oportunidades de melhoria e a acompanhar o *status* das melhorias dos processos.

### **3.5.3. Considerações sobre Avaliações**

As escolhas que afetam uma avaliação baseada em CMMI são:

- Modelo CMMI;
- Âmbito da avaliação, incluindo a unidade organizacional a ser avaliada, as áreas de processo CMMI a serem melhoradas, e os níveis de maturidade ou níveis de capacidade a serem avaliados;
- Método de avaliação;
- Líder e membros da equipa de avaliação;
- Participantes a serem entrevistados/inquiridos que integram as entidades sob avaliação;
- Tipo de resultados obtidos da avaliação realizada (classificações, instanciação específica de resultados);
- Restrições na avaliação (por exemplo, tempo gasto no local).

O documento SCAMPI MDD [12] permite a seleção de opções pré-definidas para uso numa avaliação. Estas opções de avaliação são concebidas para ajudar as organizações a alinhar o CMMI com as suas necessidades e objetivos estratégicos.

Os planos e resultados de avaliação do CMMI devem sempre incluir uma descrição das opções de avaliação, o âmbito do modelo e o âmbito da organização selecionado. Esta documentação confirma se uma avaliação cumpre os requisitos para *benchmarking*.

Para as organizações que pretendem avaliar múltiplas funções ou grupos, a abordagem integrada do CMMI permite alguma economia de escala no modelo de avaliação e formação. Um modelo de avaliação pode fornecer resultados separados ou combinados para múltiplas funções.

Os princípios de avaliação para o CMMI são os mesmos que os princípios utilizados nas avaliações de outros modelos de melhoria de processos:

- Patrocínio da gestão de topo da organização;
- Centrar a atenção nos objetivos estratégicos da organização;
- Confidencialidade para os entrevistados/intervenientes;
- Uso de um método de avaliação documentado;
- Uso de um modelo de referência do processo (por exemplo, modelo CMMI);
- Abordagem de equipas colaborativas;
- Focalizar-se em ações de melhoria de processo.

### 3.6. Formação associada ao CMMI

Para as organizações que estão a iniciar a melhoria de processos, ou mesmo familiarizadas com modelos de melhoria de processos, a formação é um elemento chave na capacidade das organizações em adotar o CMMI. Um programa inicial de cursos é fornecido pelo SEI e rede de parceiros, mas a organização pode complementar esse plano de cursos, com um planeamento interno próprio de formação. Esta abordagem permite que a organização se concentre em áreas que forneçam maior valor acrescentado para o seu negócio.

O SEI e a sua rede de parceiros oferecem um curso inicial *“Introduction to CMMI for Development v1.3”* por exemplo. Oferece também formação avançada para quem pretende aprofundar conhecimentos na adoção ou nas avaliações do CMMI, para quem pretende orientar a melhoria como parte de um grupo de processos, pessoas que vão liderar avaliações SCAMPI, ou ainda quem irá formar internamente pessoas para o uso do CMMI.

Informações atuais sobre formação, estão disponíveis no *site* do CMMI *Institute* na página <http://cmmiinstitute.com/training/>.



## 4. O Instrumento de Avaliação

Este capítulo tem como tema o instrumento a usar para se efetuar a avaliação dos processos no desenvolvimento de *software*. A necessidade de elaborar um questionário, a forma como foi estruturado segundo o modelo CMMI-DEV e respetiva representação estratificada, as linhas de orientação à sua elaboração e análise qualitativa ao questionário produzido, bem como os aspetos a ter em conta na geração dos dados a partir dos resultados obtidos serão apresentados neste capítulo.

### 4.1. Necessidade do Questionário

Como foi referido no capítulo de introdução, percebeu-se desde cedo que para atingir um dos objetivos deste trabalho – avaliar os processos de desenvolvimento de *software* de uma microempresa - seria necessário encontrar um instrumento que permitisse a recolha de dados sobre os processos durante a sua avaliação. Os modelos e normas para avaliação dos processos, como o SCAMPI [13] e ISO 15504 [14], respetivamente, contemplam a utilização de tais instrumentos.

Sendo uma avaliação classe A dispendiosa para a empresa, que requer vários dias e pode ocupar bastante tempo aos colaboradores da empresa, então uma avaliação classe A só deve ser requerida se existirem garantias de poder ser uma mais-valia.

Optando por avaliações classe B ou C, as empresas conseguem de uma forma mais simples, menos dispendiosa e que requer menos tempo, obter uma avaliação dos seus processos segundo o CMMI-DEV. Avaliações dessas classes, em particular as da classe C que são as mais simples, serão menos exatas, quanto a resultados, do que as da classe A. A opção por avaliações simplificadas é especialmente pertinente para as pequenas organizações [4] e, possivelmente ainda mais, para as que têm um primeiro contacto com este tipo de modelos. A dimensão da organização, o custo e o tempo requerido estão entre as principais razões encontradas em [15] como apresentadas pelas empresas para não adotarem avaliações do processo, mesmo das classes B e C. No entanto, de acordo com [16] a dimensão das



organizações não é um fator limitativo do sucesso de uma iniciativa de melhoria de processo.

O questionário é uma das formas mais simples de avaliação dos processos [13], em oposição às avaliações mais formais. A utilização de questionários em avaliações do processo não é nova (ver por exemplo [11] [17] [18]) e as primeiras avaliações do SEI eram realizadas recorrendo unicamente a um questionário. Simultaneamente, tem sido utilizado como único instrumento em avaliações rápidas dos processos, normalmente de pequenas organizações [13]. Em suma, o questionário baseado num modelo de avaliação é um instrumento de avaliação que pode ser usado em avaliações do processo.

No entanto, verificou-se<sup>4</sup> que o SEI não possuía um questionário para a versão 1.3 do CMMI. Sendo assim, houve que desenvolver um questionário baseado na versão 1.3 do CMMI-DEV especificamente para o estudo descrito neste texto.

## 4.2. Desenvolvimento do Questionário

O questionário de avaliação desenvolvido cobre todo o modelo desde o nível de maturidade 2 até ao nível de maturidade 5. As suas questões foram estruturadas segundas as práticas específicas de cada meta associada à respetiva área de processo, para o modelo CMMI-DEV 1.3. Como base de elaboração do questionário, foi utilizado um protótipo desenvolvido pelo SEI para a versão 1.0 – *CMMI Appraisal Questionnaire (CAQ) SEI Prototype for v1.0* de Outubro de 2000, cedido pelo SEI<sup>5</sup>, sendo que atualmente não é utilizado pelo SEI. Este encontrava-se desatualizado relativamente à versão atual do CMMI-DEV. Atualmente o SEI não desenvolve o QM, deixando o seu desenvolvimento ao critério das entidades avaliadoras.

As questões foram formuladas tendo em conta as 7 áreas de processo de nível de maturidade 2 e as 11 áreas de processo de nível de maturidade 3. As questões abrangem o conjunto de práticas específicas a ter em conta dentro de cada uma das metas a ser atingida, para que o nível de maturidade da área de processo associada seja satisfeito. O número de questões pode variar entre metas, independentemente da área de processo em análise.

O resultado foi um questionário com 140 questões. O número de questões reflete, até certo

---

<sup>4</sup> Após se contactar o SEI por correio electrónico.

<sup>5</sup> Através do Professor Alberto Sampaio

ponto, a importância de cada área de processo na avaliação.

As áreas de processo e o número de questões de cada uma das áreas podem ser encontradas na tabela 3.

Tabela 3 – Áreas de Processo e número de questões associadas

Área de Processo	Número de questões
Gestão de Configuração	7
Medição e Análise	8
Monitorização e Controle de Projeto	10
Planeamento de Projeto	14
Garantia da Qualidade de Processo e Produto	4
Gestão de Requisitos	5
Gestão de Contrato com Fornecedores	6
Análise e Tomada de Decisões	6
Gestão Integrada do Projeto	10
Definição dos Processos da Organização	7
Enfoque nos Processos da Organização	9
Treino Organizacional	7
Integração de Produto	9
Desenvolvimento de Requisitos	10
Gestão de Riscos	7
Solução Técnica	8
Validação	5
Verificação	8

As questões estão organizadas em áreas de processo, sendo que para cada área são apresentadas as metas e respetivas práticas, que descrevem as atividades esperadas para satisfazer cada meta específica. Cada grupo de questões é precedido pela indicação do objetivo da área de processo e pela definição de alguns termos técnicos no âmbito do questionário, de forma a facilitar a compreensão por parte dos inquiridos.

Existem 6 alternativas de resposta possíveis para cada questão, cada uma com a finalidade bem definida que são apresentadas em seguida. Essas alternativas estão de acordo com o SCAMPI, com as devidas adaptações:

- **Totalmente implementada (TI)** - quando a prática está bem estabelecida e é executada de forma consistente e sempre;
- **Implementada em grande parte (IP)** - quando a prática está bem estabelecida e é executada quase sempre;

- **Parcialmente implementada (PI)** - quando a prática está bem estabelecida, mas é executada apenas algumas vezes;
- **Não implementada (NI)** - quando não é executada em nenhuma circunstância;
- **Não ainda (NA)** - no momento da avaliação, não é suposto a prática estar implementada ou a organização não está preparada para esse objetivo;
- **Não sei (NS)** - quando o inquirido não sabe responder/desconhece se a prática está implementada.

É ainda possível ao inquirido utilizar um espaço de comentário para inserir qualquer observação/restrrição ou pormenor sobre a resposta dada.

O questionário foi construído numa primeira fase em papel e posteriormente disponibilizado *online*, através da ferramenta de questionários <http://www.limesurvey.org>. Na parte inicial do questionário são colocadas ainda um conjunto de perguntas que ajudará a enquadrar as respostas em determinados segmentos, bem como as instruções de preenchimento.

- Função (ões) desempenhada (s) pelo inquirido dentro da empresa;
- Projeto em que está a trabalhar na altura de preenchimento do questionário;
- Qual o domínio da aplicação do projeto, e datas início e fim do projeto;
- Número de anos de experiência na função indicada dentro da empresa e no total;
- Se alguma vez participou em algum questionário sobre processos do desenvolvimento de *software*.

De seguida é disponibilizado na figura 16, um pequeno excerto de questões sobre a área de processo Gestão de Configurações, sendo que todo o questionário desenvolvido para avaliação de processos está disponível em anexo (ponto 8.1) deste documento.

O objetivo da área de processo **Gestão de Configuração (CM)** é estabelecer e manter a integridade dos produtos de trabalho, usando a identificação da configuração, controlo de configurações, *status* das atividades de configuração e auditorias de configuração.

#### **Termos técnicos**

**Área de processo** – conjunto de práticas relacionadas de uma área que, quando implementadas em conjunto, satisfazem a um conjunto de metas consideradas importantes

para a realização de melhorias nessa área.

**Produtos de trabalho** – é um resultado útil de um processo. Este resultado pode incluir arquivos, documentos, produtos, partes de um produto, serviços, descrições de processo, especificações. A diferença fundamental entre um produto de trabalho e um componente de produto é que nem todo o produto de trabalho é necessariamente parte integrante do produto final. Nos modelos CMMI a definição de produtos de trabalho inclui serviços, no entanto, o termo “produtos de trabalho e serviços” é por vezes usado para enfatizar a inclusão de serviços na discussão.

**Baselines** – conjunto de especificações ou produtos de trabalho que tenham sido formalmente revistos e acordados, que depois servem como base para o desenvolvimento, e que só podem ser alterados através de procedimentos de controlo de mudanças e devidamente aprovados.

Uma das metas desta área de processo engloba as práticas associadas ao estabelecimento e definição de *baselines* dos produtos de trabalho.

- São identificados os itens de configuração, componentes e produtos de trabalho a serem colocados sob a gestão de configuração?
- É estabelecido e mantido um sistema de gestão de configurações e gestão de alterações para controlar os produtos de trabalho?
- São criados ou lançados *baselines* para uso interno e para entrega ao cliente?

Outra meta desta área de processo engloba as práticas associadas ao acompanhamento e controlo de alterações, sendo que as alterações nos produtos de trabalho sob a Gestão de Configuração são acompanhadas e controladas.

- Os pedidos de alterações dos itens de configuração são acompanhados?
- As alterações nos itens de configuração são controladas?

Figura 16 – Pequeno excerto de questões relativas à área de Gestão de Configurações

### 4.3. Análise do Questionário

O questionário elaborado segue o formato do questionário elaborado preliminarmente para o

CMMI, o qual por sua vez segue o formato já usado no questionário do SEI relativo ao CMM, e à versão traduzida deste. As duas diferenças que merecem destaque são as questões - agora derivadas do CMMI e as possibilidades de resposta - derivadas das do SCAMPI. As metas e questões foram traduzidas cuidadosamente das metas e práticas do CMMI. Relativamente à fiabilidade, o questionário original do SEI, em que todos os outros se basearam, foi considerado inicialmente muito bom [19] e um estudo posterior [20] veio confirmar a elevada fiabilidade desse questionário.

Dado possuir um formato que é no geral idêntico aos anteriores, a análise que se segue do questionário baseia-se numa análise apresentada em [18] para a versão anterior. Assim, quanto à qualidade e organização das perguntas, isto é, à sua redação, ordem e número, o QM obedece aos vários princípios recomendados, como se explica em seguida.

A ordem das perguntas, segue a ordem do CMMI, deslocando-se corretamente do nível mais baixo, o nível 2, até ao nível mais elevado, o nível 5. O número de perguntas do QM para o CMM (cerca de 120) permitia o seu preenchimento em cerca de uma hora, evitando assim o cansaço do informante, e consequentemente o surgimento de respostas do tipo “Não Sei”. No QM atual o número de questões cresceu um pouco, o que deverá ser tido em conta na sua aplicação.

A apresentação dos QM para o CMM satisfaziam as regras de apresentação geralmente recomendadas, pelo que o atual ao usar o mesmo formato também as segue, nomeadamente:

- As perguntas serem espaçadas;
- Possuir uma nota introdutória com objetivos;
- Incluir instruções de preenchimento;
- Possuir um agradecimento ao respondente.

Para além de todos estes aspetos, o questionário atual, tal como os anteriores, permite o anonimato dos inquiridos. Como se sabe, este aspeto é habitualmente um requisito fundamental para o sucesso da aplicação deste tipo de instrumentos. O questionário permite ainda guardar as respostas e continuar posteriormente.

Há no entanto a considerar o facto de as questões do questionário terem sido traduzidas do inglês. Em rigor, um instrumento traduzido deve passar por uma análise da sua equivalência

ao original, incluindo uma nova avaliação da sua validade e fiabilidade, como supostamente terá passado o original [21]. Apesar do cuidado posto na tradução, seria necessário realizar uma análise ainda mais pormenorizada, incluindo da fiabilidade e da validade do questionário, mas tal análise ficou fora do âmbito deste trabalho.

Em conclusão, no geral o questionário possui as propriedades dos questionários de maturidade anteriores, as quais como se disse, eram positivas. De qualquer forma deverão ser sempre tidos em consideração eventuais problemas decorrentes do número de questões e da tradução.

#### 4.4. Geração de Resultados na Avaliação

Para se efetuar a apresentação dos resultados da avaliação, é necessário que estes sejam devidamente validados. Só assim, será possível agregar as práticas segundo as metas, caracterizar as áreas de processo e determinar o respetivo nível de maturidade com a devida confiança.

A classificação de cada prática pode ser classificada [12] como mostrado na tabela 4.

Tabela 4 – Classificação das práticas

Classificação	Condições
Totalmente implementada (TI)	.Quando a prática está bem estabelecida e é executada de forma consistente e sempre;
Implementada em grande parte (IP)	.Quando a prática está bem estabelecida e é executada quase sempre;
Parcialmente implementada (PI)	.Quando a prática está bem estabelecida, mas é executada apenas algumas vezes;
Não implementada (NI)	.Quando não é executada em nenhuma circunstância;
Não ainda (NA)	.No momento da avaliação, não é suposto a prática estar implementada ou a organização não está preparada para esse objetivo;
Não sei (NS)	.Quando o inquirido não sabe responder/desconhece se a prática está implementada;

A classificação de cada meta dentro de cada área de processo pode ser classificada como mostrado na tabela 5. Esta classificação está de acordo com o SCAMPI [12].

Tabela 5 – Classificação das metas

<b>Classificação</b>	<b>Condições</b>
Não avaliada (NAv)	.Práticas associadas não estão avaliadas (NS) ou classificadas como NA; .Os dados existentes não são suficientes para classificar a meta;
Satisfeita (Sat)	Se ambas as condições forem verdadeiras: .Todas as práticas estão classificadas como IP ou TI; .A agregação das fraquezas associadas à meta não tem um impacto negativo com a realização da meta;
Não satisfeita (NSat)	.Necessário descrever a forma como o conjunto de pontos negativos (ou um só), levaram a essa classificação;

Em relação à classificação de cada área de processo, na representação por estágios, a mesma depende da classificação obtida em cada uma das metas respectivas incluídas nessa área de processo [12], como mostrado na tabela 6.

Tabela 6 – Classificação das áreas de processo

<b>Classificação</b>	<b>Condições</b>
Não avaliada (NAv)	.Uma das metas classificada como não avaliada (NAv) e nenhuma das outras classificadas como não satisfeita (NSat);
Satisfeita (Sat)	.Todas as metas da área classificadas como satisfeitas (Sat); .Caso exista alguma classificada como não satisfeita (NSat) não tenha impacto negativo na realização da área;
Não satisfeita (NSat)	.Todas as metas da área classificadas como não satisfeitas (NSat); .Uma das metas consideradas importantes classificada como não satisfeita (NSat);
Não aplicável (NAp)	.Área de processo determinada como “fora” da Organização;
Fora do âmbito de avaliação	.Área de processo está fora do âmbito do modelo usado na avaliação;

A caracterização do nível de maturidade na representação estratificada, depende do nível de maturidade escolhido pela equipa que implementa a respetiva avaliação dos processos, bem como na classificação obtida em cada área de processo [12], como mostrado na tabela 7.

Tabela 7 – Caracterização do nível de maturidade

<b>Representação por estágios</b>
.Nível de maturidade 2 satisfeito: exige uma classificação das áreas de processo de nível de maturidade 2 como satisfeitas; poderá existir alguma das áreas classificada como não avaliada ou não aplicável;
.Nível de maturidade 3 satisfeito: exige uma classificação das áreas de processo de nível de maturidade 2 e 3 como satisfeitas; poderá existir alguma das áreas classificada como não avaliada ou não aplicável;
.Nível de maturidade 4 satisfeito: exige uma classificação das áreas de processo de nível de maturidade 2, 3 e 4 como satisfeitas; poderá existir alguma das áreas classificada como não avaliada ou não aplicável;
.Nível de maturidade 5 satisfeito: exige uma classificação das áreas de processo de nível de maturidade 2, 3, 4 e 5 como satisfeitas; poderá existir alguma das áreas classificada como não avaliada ou não aplicável;





## 5. Caso de Estudo Realizado

Para se efetuar uma abordagem mais consistente e elucidativa do uso de modelos CMMI e respetiva utilização na avaliação de processos, foi realizado um caso de estudo numa *software house*. Com este estudo pretendeu-se ver até que ponto se poderia medir a maturidade dos processos envolvidos no desenvolvimento de *software*, recorrendo ao modelo do CMMI-DEV na empresa, e também avaliar o questionário de maturidade desenvolvido para essa avaliação.

Este capítulo descreve quais os objetivos prévios propostos para o caso de estudo realizado, a organização analisada, a metodologia seguida incluindo a forma como o instrumento de avaliação foi aplicado no estudo, os resultados obtidos, a sua análise e discussão e principais conclusões. A forma como os dados foram analisados, bem como as limitações do estudo, também serão abordados neste capítulo.

O processo seguido neste estudo baseia-se em orientações encontradas na literatura sobre investigação empírica, tanto na engenharia de *software* como noutras áreas. De entre as várias orientações destacam-se as encontradas em [22] e [23]. Para além dessa literatura, também foram analisados diversos estudos empíricos.

### 5.1. Definição

Este estudo teve como objeto o processo de desenvolvimento de *software* da organização em causa, tendo por referência as diversas práticas genéricas e específicas associadas ao modelo CMMI-DEV.

O estudo realizado teve como principais propósitos:

1. Avaliar os processos de uma microempresa de desenvolvimento de *software* de acordo com o CMMI-DEV;
2. Analisar a variabilidade dos processos/práticas adotadas na empresa;
3. Avaliar a facilidade de utilização do questionário desenvolvido.

Para a empresa este estudo permitia também analisar até que ponto estaria preparada para uma avaliação classe A. Esse interesse compreende-se porque a empresa nunca tinha sido objeto deste tipo de avaliação de processos e simultaneamente, por ser uma empresa certificada com a norma ISO 9001, ter a necessidade de otimizar e melhorar os seus processos de forma proactiva e continuada.

O enfoque do primeiro objetivo são as metas, áreas do processo e o nível de maturidade da organização medidas segundo o modelo CMMI-DEV.

Em [3] é descrito um caso em que o antigo questionário do SEI foi aplicado a quatro grupos de uma organização, tendo sido obtidos resultados bastante distintos, variando em função do nível hierárquico dos grupos. Em [4] é apresentada a hipótese de se selecionar automaticamente uma amostra da organização para a fase de visita com base em informação obtida sobre cada projeto. Numa pesquisa informal na internet não foi possível encontrar estudos sobre esta hipótese. Com o segundo objetivo procura-se estudar a variabilidade apontada e, por isso, o enfoque do segundo objetivo é a análise da variabilidade das práticas da organização em relação à função/hierarquia, ao projeto e à experiência dos colaboradores.

O terceiro objetivo envolve medir a usabilidade do questionário por parte dos inquiridos e dessa forma obter-se uma ideia aproximada da sua qualidade. É de esperar que um questionário fácil de usar seja melhor respondido, pelo menos poderá potenciar a percentagem de respostas dos inquiridos. Com essa análise, também se poderá ter uma ideia da viabilidade da sua utilização em futuras avaliações.

Foi decidido que a avaliação seria feita apenas relativamente aos 3 primeiros níveis do CMMI-DEV. A decisão prendeu-se principalmente com o facto de a empresa nunca ter sido alvo de uma avaliação específica dos seus processos relacionados com o desenvolvimento e manutenção de *software*. Adicionalmente, a utilização de todo o questionário seria um pouco pesada para os participantes, especialmente tendo em atenção a vertente académica do estudo.

O presente estudo tem um carácter essencialmente exploratório. O estudo analisa apenas uma empresa, envolvendo um número muito reduzido de participantes, e como tal os resultados do estudo não devem ser generalizados.

## 5.2. Contexto Organizacional

O estudo foi realizado numa *software house*, a WeMake – Tecnologias de Informação Lda. A organização em causa é uma microempresa. Existe um interesse crescente das PME (incluindo microempresas) pela melhoria do processo baseada em modelos como o CMMI-DEV [24], o mesmo acontecendo na empresa em causa. Este tipo de organizações requer avaliações simplificadas e ajustadas à sua dimensão e organização [13] [24].

Trata-se de uma empresa certificada pela norma NP EN ISO 9001:2008, pela LUSAENOR, para conceção, desenvolvimento, comercialização e instalação de sistemas de gestão, qualidade, ambiente, saúde e higiene e segurança, na qual já existe uma cultura de preocupação com a qualidade. O responsável pelo Sistema de Gestão da Qualidade da empresa foi contactado, bem como a direção da empresa tendo sido demonstrada toda a disponibilidade por parte da empresa.

A empresa possuía no momento do estudo onze funcionários, estando envolvida em diversos projetos nacionais e internacionais, com diferentes âmbitos tais como Gestão e Controlo Documental, Gestão de Resíduos, Auditorias, Planos e Ações, Gestão de Ocorrências, Controlo de Produção, Gestão de Laboratórios. A empresa possui ainda um Sistema de Gestão Integrado (SGI) que engloba alguns dos diversos módulos atrás referidos, com uma versão *standard* desenvolvida, com possibilidade de se adaptar para corresponder às necessidades e exigências dos diversos clientes. Além do *software* base desenvolvido, com possibilidade de desenvolver *software* “à medida” do cliente, a WeMake também fornece serviços de consultoria na área *Business Process Management* (BPM). Estes serviços incluem ferramentas que permitem modelar, executar e melhorar tempos de resposta e fiabilidade dos processos de uma organização, através da modelação, circuito de *workflow* do processo e respetiva execução, em ambiente gráfico e minimizando a programação necessária para a definição do processo.

## 5.3. Questões e Metodologia

Como referido, o estudo decorreu num contexto de trabalho real e tratava-se de obter informação relativa a uma organização em particular.

Os objetivos do estudo definidos anteriormente deram origem a cinco questões a serem respondidas no estudo, as quais são mostradas na tabela 8. A primeira das questões prende-se com o primeiro objetivo do estudo, as três seguintes com o segundo objetivo e a última com o terceiro objetivo. As questões são analisadas em seguida começando pela primeira.

Tabela 8 – Grupo de questões em análise no estudo

Grupo de questões
1. Qual o nível de maturidade dos processos da organização segundo o CMMI-DEV?
2. A variabilidade nos processos depende da função desempenhada pelo colaborador?
3. A variabilidade nos processos depende do respetivo projeto associado?
4. A variabilidade nos processos depende da experiência?
5. Qual a facilidade de utilização do questionário medido segundo uma escala de usabilidade?

A primeira questão envolve a avaliação dos processos da organização. Para tal foram considerados os 3 níveis seguintes de classificação, meta, área de processos e nível de maturidade, como é habitual numa avaliação do processo com base num modelo CMMI-DEV estratificado. A sua medição é feita do seguinte modo:

- Para cada meta de cada área de processo, consoante as práticas associadas, classificar como satisfeita, não satisfeita, não avaliada;
- Por área de processo e consoante as respostas, classificar a área como satisfeita, não satisfeita, não avaliada;
- Classificar quanto ao nível de maturidade.

A avaliação das metas depende das práticas. Neste momento foi necessário definir um critério extra para a classificação das práticas, visto estarem previstas várias respostas para a mesma prática. Para isso foram analisadas duas alternativas:

- Usar um critério idêntico ao usado na caracterização das metas (tabela 5), com as devidas adaptações;
- Classificar a prática através da maioria de respostas obtidas para essa mesma prática.

A primeira alternativa manteria a coerência do SCAMPI e iria de encontro às classificações usadas neste documento, enquanto a segunda alternativa seria mais transparente em termos de utilização e de medição, isto porque os dados são de uma forma geral heterogêneos, sendo

difícil definir um conjunto de critérios e de intervalos de classificação, que consigam enquadrar o conjunto de respostas obtidas.

Apesar da caracterização das práticas ser objeto de estudo e fazer parte do tratamento dos resultados obtidos a partir do questionário, a forma de classificar as práticas tem uma importância relativa, sendo que o principal objetivo será a viabilidade de utilização deste tipo de questionários em avaliações do processo, recorrendo ao modelo CMMI. A segunda opção também se justifica pela natureza acadêmica e exploratória do estudo e pela pouca preparação dos inquiridos.

Assim, seguindo a segunda alternativa, cada prática foi classificada no seu valor “absoluto” tendo em conta todas as respostas de todos os inquiridos para essa mesma prática, e numa regra de maioria de respostas fornecidas para essa mesma prática.

Como referido, para o estudo do segundo e terceiro objetivos descritos no ponto 5.1, foram formuladas as quatro questões restantes. A resposta às questões 2, 3 e 4 deverá ser feita tendo em conta as variáveis dependentes: tipo de função desempenhada, projeto indicado e anos de experiência na função indicada. Para responder à última questão optou-se pela utilização da escala “*System Usability Scale*” (SUS), que é composta por um questionário. Optou-se por esta escala pelos resultados positivos que têm sido obtidos com a mesma nos mais variados contextos [25] e por ser considerado o questionário de usabilidade mais utilizado<sup>6</sup>. Também foi considerada a disponibilidade do questionário e a sua dimensão.

A metodologia seguida na avaliação dos processos da organização foi condicionada pela dimensão da empresa e pela componente de investigação mais científica do trabalho, que visava analisar a variabilidade dos processos da organização e viabilidade da utilização do questionário CMMI.

Para o estudo foram utilizados portanto dois questionários, o de avaliação do processo apresentado no capítulo 4 e o de avaliação da usabilidade do questionário. A metodologia utilizada teve por base a aplicação de um questionário junto dos colaboradores da organização. Esta é uma das formas que as PME têm de identificar as oportunidades de melhorias dos seus processos de *software* [11] [13] [17].

---

<sup>6</sup> <http://www.measuringusability.com/sus.php>

As respostas ao questionário de avaliação do processo devem permitir avaliar o processo e responder às questões 2,3 e 4. Para se poder responder a estas 3 questões especificamente, foi decidido solicitar aos inquiridos informação relativa à função desempenhada, projeto (s) de maior importância em que está/esteve envolvido, o âmbito do projeto, as datas início e fim (estimada se o projeto estiver em execução) ou nº de semanas de duração e o nº de anos de experiência da função indicada enquanto colaborador da WeMake ou no total.

De referir que um colaborador pode ter mais do que uma função, nomeadamente ser responsável de projeto ou equipa e simultaneamente programador, mas a função predominante no projeto em causa será aquela a ter em conta nas respostas obtidas.

No final os dados resultantes serão exportados para uma folha de cálculo, validados e tratados para em seguida se realizar a sua análise segundo os objetivos do estudo. A análise estatística dos resultados obtidos relativamente a essas questões tem um carácter eminentemente exploratório tal como o estudo.

Quanto à avaliação dos processos, a partir dos dados recolhidos através dos questionários calcula-se para cada meta de cada área de processo, uma classificação obtida de acordo com a tabela 5. Em relação à classificação da área de processo e nível de maturidade obtidos, as regras serão as descritas nas tabelas 6 e 7 no capítulo relativo ao instrumento de avaliação.

Relativamente ao questionário de usabilidade, o mesmo deve ser entregue a todos os colaboradores que tenham preenchido o questionário de avaliação de processos.

Dados os resultados dizerem respeito aos processos da organização, a mesma solicitou que houvesse algum cuidado na sua divulgação

Atendendo aos objetivos do estudo, interessava ouvir o maior número possível de funcionários. Também se sabe que o empenhamento das organizações avaliadas é considerado um dos fatores críticos de sucesso de uma ação de melhoria [16] [26], de que a avaliação é o primeiro passo [13]. Simultaneamente trata-se de uma microempresa com um pequeno número de colaboradores. Assim sendo, decidiu-se que idealmente deveriam participar todos os onze colaboradores da empresa, desde que fossem parte interessada nos processos de *software* da organização.

À partida existiam duas exceções: dois estagiários da área do desenvolvimento que iniciaram o estágio há muito pouco tempo (alguns dias); e uma outra colaboradora que tinha iniciado funções de administrativa há também relativamente pouco tempo (cerca de um mês) e que

pelas funções não seria relevante para a avaliação. Estes três colaboradores pelo facto de não terem conhecimentos nem informação suficiente da WeMake, dos seus processos, respetivo funcionamento e dinâmica, além de se encontrarem numa fase inicial de adaptação à mesma, e tendo ainda por completar ações de formação para a sua integração, ficaram automaticamente excluídos da avaliação. Concluindo o número de potenciais participantes seria de oito.

## 5.4. Instrumentação

Para a aplicação do questionário foram ponderadas duas possibilidades: presencial e *online*. Na literatura é possível encontrar algumas vantagens que justificam a realização de inquéritos *online* [27]:

1. Chegar a uma população com experiência de internet;
2. Chegar a um número alargado de pessoas e de forma fácil;
3. Possível anonimato;
4. Atratividade dos mais novos pelos computadores e internet;
5. Custo reduzido;
6. Recolha rápida de dados;
7. Ausência da influência do entrevistador;
8. Eliminação da necessidade de entrada dos dados, que passa a ser feita diretamente pelos inquiridos;
9. Conveniência dos inquiridos.

Nos métodos de avaliação do SEI, a aplicação de questionários costuma ser feita presencialmente por um avaliador qualificado para o efeito capaz de obter a melhor informação. No presente caso está-se perante um estudo e não uma avaliação tradicional e formal do processo e, portanto, considerou-se que a possível perturbação que a aplicação do questionário causasse tinha de ser minimizada até porque o tempo previsto para o preenchimento do questionário não era desprezável.

Adicionalmente, o entrevistador não possuía formação específica, nem experiência, neste tipo de entrevistas.

De qualquer forma, não sendo presencial naturalmente que deixa de ser possível esclarecer



dúvidas imediatamente no ato do preenchimento. Esta dificuldade é de certo modo ultrapassada pela circunstância de o “avaliador” ser um elemento da organização, de esta ser de dimensão reduzida e, portanto, facilmente acessível por parte dos inquiridos, quer presencialmente, quer via correio eletrónico.

Também foi tido em conta que o preenchimento do questionário era voluntário. Uma das desvantagens do inquérito em linha é uma mais baixa taxa de respostas, comparada com o inquérito por correio postal ou pessoal, mas compensada pela quantidade de pessoas atingíveis. Tal diferença não tem sido verificada de forma unânime [28]. Contudo, essa possível desvantagem não foi considerada relevante dado o carácter opcional, o universo de potenciais inquiridos e o espírito de colaboração dos colaboradores da empresa que se sabia existir.

Atendendo às vantagens listadas anteriormente acerca da utilização de questionários *online*, em particular a 7 e 9, optou-se por esta forma de inquirição até porque parece ser possível obter resultados com questionários via internet compatíveis com os aplicados usando papel e lápis [29].

De notar que para o preenchimento do questionário foi elaborado um conjunto de orientações apresentadas de forma estruturada no questionário, tal como consta do anexo 8.1.

O questionário de usabilidade encontra-se no anexo 8.2. O mesmo é composto por 10 questões, cada uma numa escala de classificação de 1 a 5, em que 1 representa “discordo completamente” e 5 “concordo completamente”. Do questionário constava ainda o pedido de indicação do tempo (em minutos) que o inquirido estimava ter demorado a preencher o questionário de avaliação. Pela sua dimensão, este seria em papel e foi disponibilizado na empresa para posterior preenchimento por parte dos inquiridos.

## **5.5. Execução**

A execução propriamente dita da avaliação do processo, envolveu uma fase prévia de comunicação da existência de um questionário por parte da gestão de topo a todos os colaboradores da organização, seguindo-se a distribuição dos questionários de avaliação do processo e de usabilidade.

A gestão de topo recebeu uma proposta para a avaliação dos processos com abertura e espírito positivo, os respetivos colaboradores da empresa foram contactados acerca da iniciativa e solicitada a sua colaboração. Como se trata de uma empresa certificada com a norma NP EN ISO 9001:2008, não foi de estranhar que tenha havido uma boa receptividade a este estudo, tendo sido envolvido desde o primeiro momento o responsável pelo Sistema de Gestão da Qualidade, bem como comunicados quais os objetivos e propósitos do estudo.

Posteriormente, foi enviada uma mensagem de correio eletrónico, com o endereço do questionário colocado *online*, a oito colaboradores da empresa e indicado que o questionário estaria disponível durante o período de uma semana para preenchimento.

O questionário de usabilidade foi aplicado aos respondentes do questionário na semana seguinte, desta vez em papel, visto estarem com alguma regularidade presentes na empresa e o mesmo ser de preenchimento fácil e rápido.

## 5.6. Resultados

Os resultados obtidos foram compilados e tratados, tendo em conta o objetivo inicial proposto no ponto 5.1 deste documento, de forma a responder às questões colocadas na tabela 8.

O questionário foi respondido por 75% dos colaboradores – 6 num universo total de 8 colaboradores. A totalidade dos resultados obtidos, quer do questionário de avaliação dos processos, quer do questionário de usabilidade, encontram-se em anexo.

As funções desempenhadas pelos colaboradores são caracterizadas como:

- Gestor (GE): colaborador com responsabilidades de gestão e administração da empresa;
- Responsável de projeto ou equipa (RP): colaborador com toda a responsabilidade ligada a um determinado projeto (recursos, tempos de duração, funcionalidades a implementar/implementadas) ou responsável por um conjunto de membros de uma equipa nomeadamente de programadores, e que faz a ligação com o cliente final;
- Técnico ou programador (TP): colaborador que desenvolve aplicações e funcionalidades em determinados projetos, pertencente a uma equipa.

### 5.6.1. Avaliação dos Processos

A tabela 9 apresenta as contagens e respectivos resultados percentuais das práticas, consoante a classificação obtida, segundo as alternativas de resposta disponíveis aos inquiridos. Relembra-se que havia sido adotado o critério de maioria para consolidar as respostas de cada prática.

Tabela 9 – Contagem das práticas agrupadas por classificação

<b>Classificação</b>	<b>Nº de ocorrências</b>	<b>em %</b>
<b>TI</b>	2	1%
<b>IP</b>	38	27%
<b>PI</b>	77	55%
<b>NI</b>	12	9%
<b>NA</b>	8	6%
<b>NS</b>	3	2%
<b>Nº total</b>	140	100%

A tabela 10 apresenta os resultados obtidos para as metas pré-definidas, com as contagens e respectivos resultados percentuais, consoante a classificação obtida, seguindo o conjunto de critérios definidos na tabela 5.

Tabela 10 – Contagem das metas agrupadas por caracterização

<b>Caracterização</b>	<b>Nº de ocorrências</b>	<b>em %</b>
<b>Não avaliadas</b>	4	10%
<b>Satisfeitas</b>	22	54%
<b>Não satisfeitas</b>	15	36%
<b>Nº total</b>	41	100%

As contagens e respectivos resultados percentuais para as áreas de processo consoante a classificação obtida, dentro de cada nível de maturidade 2 e 3, estão ilustrados na tabela 11.

Tabela 11 – Contagem das áreas de processo agrupadas por classificação e nível de maturidade

Caracterização	Nº de ocorrências			em %		
	Nível 2	Nível 3	Total	Nível 2	Nível 3	Total
Não avaliadas	0	1	1	0%	9%	6%
Satisfeitas	3	4	7	43%	36%	39%
Não satisfeitas	4	6	10	57%	55%	55%
Nº total	7	11	18	100%	100%	100%

A figura 17 apresenta as áreas de processo que foram objeto de avaliação no questionário, com os respectivos níveis de maturidade associados e classificação obtida (satisfeita, não satisfeita, não avaliada).

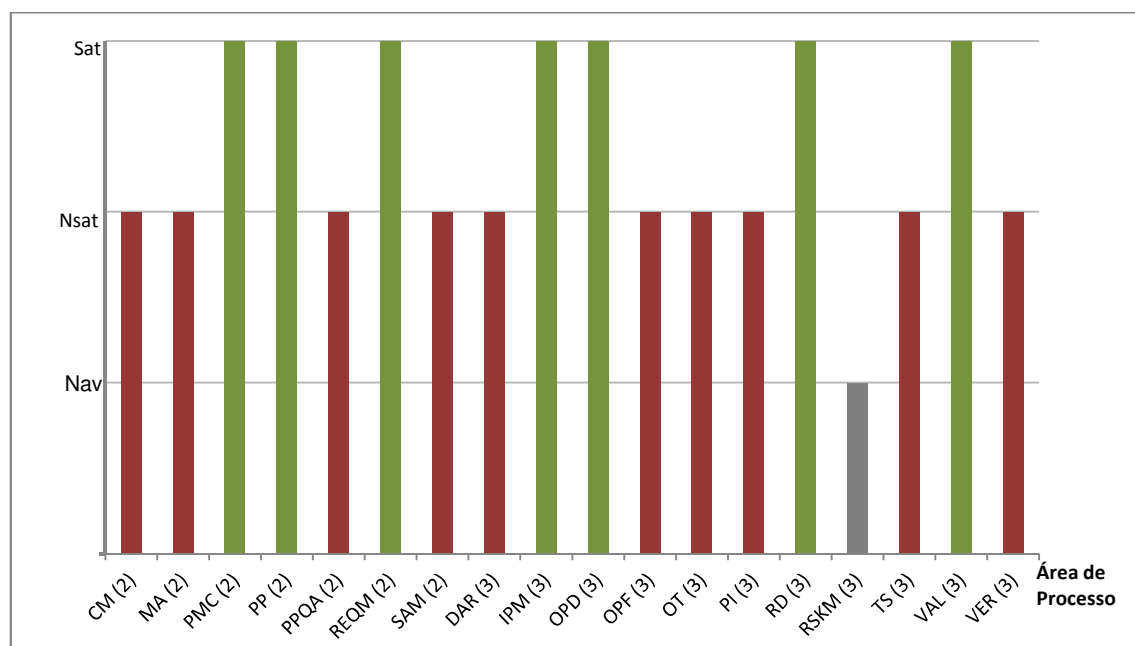


Figura 17 – Áreas de processo de nível de maturidade 2 e 3 e respectiva classificação

### 5.6.2. Variabilidade nos Processos

Relativamente à variabilidade nos processos tendo em conta as variáveis: função desempenhada pelo colaborador, projetos em que trabalhou e anos de experiência, foi necessário efetuar uma análise da concordância nas respostas dadas pelos inquiridos. Para isso foi usado o coeficiente *Kappa* de *Cohen*, que é uma medida de concordância ou

semelhança entre categorias homólogas de dois indivíduos, de forma a classificar ou categorizar o grau de concordância, tendo em conta as classificações idênticas obtidas pelo acaso. O valor 1 representa concordância total e valores próximos ou até abaixo de 0, ausência de concordância nas respostas dadas.

A variabilidade nos processos, consoante as respostas dadas pelos inquiridos no questionário de avaliação, foi categorizada conforme a tabela 12.

Tabela 12 – Variáveis dependentes e respetiva categorização

Variáveis dependentes	Categoria	Nº de inquiridos	Total
<b>Função</b>	Gestor (GE)	1	6
	Responsável de projeto ou equipa (RP)	1	
	Técnico ou programador (TP)	4	
<b>Anos de experiência</b>	Até 4 anos	3	6
	Mais de 4 anos	3	

Para uma melhor análise e responder às questões colocadas, foi realizada a concordância entre todos os inquiridos. A tabela 13 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre todos os inquiridos.

Tabela 13 – Coeficiente  $k$  entre todos os inquiridos

% de concordância	coeficiente $k$
28,3%	0,042

A tabela 14 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos que têm função de técnicos/programadores.

Tabela 14 – Coeficiente  $k$  entre os programadores

% de concordância	coeficiente $k$
27,5%	0,017

Antes de ser usado o coeficiente *Kappa* de *Cohen* para a análise de concordância nas respostas entre categorias, foi necessário aplicar a mediana nos dados, quer para obter as

respostas para a função técnico/programador, quer para os anos de experiência, visto existir mais do que um inquirido para a respetiva categoria.

A tabela 15 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos com funções de técnico/programador e gestor.

Tabela 15 – Coeficiente  $k$  entre inquiridos com funções TP e GE

% de concordância	coeficiente $k$	Nº resp. semelhantes	Nº resp. diferentes
25,7%	-0,0049	36	104

A seguinte tabela apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos com funções de técnico/programador e responsável de projeto/equipa.

Tabela 16 – Coeficiente  $k$  entre inquiridos com funções TP e RP

% de concordância	coeficiente $k$	Nº resp. semelhantes	Nº resp. diferentes
31,4%	0,0202	44	96

A tabela 17 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos com funções de gestor e responsável de projeto/equipa.

Tabela 17 – Coeficiente  $k$  entre inquiridos com funções GE e RP

% de concordância	coeficiente $k$	Nº resp. semelhantes	Nº resp. diferentes
35,7%	0,1728	50	90

A tabela 18 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos que têm funções de técnicos/programadores, gestor e responsável de projeto.

Tabela 18 – Coeficiente  $k$  entre inquiridos com diferentes funções

% de concordância	coeficiente $k$
30,9%	0,072

A tabela 19 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos com quatro ou menos anos de experiência e superior a quatro anos.

Tabela 19 – Coeficiente  $k$  entre inquiridos com experiência inferior ou igual a 4 e superior a 4 anos

% de concordância	coeficiente $k$	Nº resp. semelhantes	Nº resp. diferentes
29,3%	-0,0196	41	99

A tabela 20 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos com experiência até 4 anos.

Tabela 20 – Coeficiente  $k$  entre inquiridos com experiência  $\leq 4$  anos

% de concordância	coeficiente $k$
28,0%	-0,024

A tabela 21 apresenta o coeficiente  $k$  e respetivo grau de concordância entre os inquiridos com experiência superior a 4 anos.

Tabela 21 – Coeficiente  $k$  entre inquiridos com experiência  $> 4$  anos

% de concordância	coeficiente $k$
30,9%	0,1078

A tabela 22 apresenta um resumo das concordâncias atrás calculadas, bem como as médias de cada categoria e a média geral.

Tabela 22 – Quadro resumo das concordâncias e médias calculadas

Tipo/categoria	Coeficiente <i>k</i>	Média
Todos os inquiridos	0,0420	--
TP	0,0170	
TP e GE	-0,0049	
TP e RP	0,0202	0,0554
GE e RP	0,1728	
TP/GE e RP	0,0720	
Até 4 anos	-0,0240	
> 4 anos	0,1078	0,0214
Até 4 anos e > 4 anos	-0,0196	
	Média geral	0,0427

### 5.6.3. Usabilidade

Para realizar a avaliação de usabilidade ao questionário do processo, foi aplicado um segundo questionário junto dos inquiridos, que obedece à “*System Usability Scale*” como já foi referido no ponto 5.3 Além da pontuação obtida, a tabela 23 apresenta o tempo de preenchimento em minutos por parte de cada inquirido.

Tabela 23 – Pontuação SUS relativo ao questionário de usabilidade

Inquiridos	Pontuação SUS	Tempo (minutos)
Inq1	75,0	60
Inq2	55,0	65
Inq3	62,5	100
Inq4	95,0	50
Inq5	50,0	30
Inq6	60,0	70
Valor médio	66,3	62,5

## 5.7. Análise dos resultados

Nesta secção irá ser realizada a análise aos dados apresentados anteriormente.



### 5.7.1. Avaliação dos Processos

Os dados apresentados da tabela 9, relativos à classificação das práticas, permitem concluir que a maior parte das práticas das áreas de processo do modelo CMMI-DEV para os níveis de maturidade 2 e 3 são apenas parcialmente implementadas na WeMake. Mais concretamente 55% dessas práticas. Somente 1% das práticas é que são totalmente implementadas e 27% implementadas em grande parte. Por outro lado, 9% das 140 práticas não são implementadas em nenhuma circunstância. Este último valor talvez se possa justificar pela falta de conhecimento da organização dessas mesmas práticas ou então por não as querer adotar na sua atividade diária apesar de as conhecer total ou parcialmente. É uma matéria que deverá ser investigada posteriormente.

Em relação às metas (tabela 10) cerca de 54% são satisfeitas, 36% não são satisfeitas e 10% não avaliadas. Estes dados refletem de certa forma, o resultado das práticas aplicadas na organização, sendo que quanto maior for a implementação efetiva das práticas, maior será o número de metas satisfeitas dentro de cada área de processo. As metas não avaliadas fazem parte das áreas de processo Gestão de Contrato com Fornecedores (SAM) com uma meta e Gestão de Riscos (RSKM) com três metas. Quanto à última pode-se então afirmar que a WeMake não está a realizar uma gestão de risco dos seus projetos de forma consistente. Conforme a figura 17 a área SAM está classificada como não satisfeita, porque além da meta classificada como não avaliada, a outra foi classificada como não satisfeita, pelo que esta área não foi satisfeita.

Relativamente às duas áreas, a empresa não estará preparada para atingir os objetivos propostos para estas metas, ou porque os colaboradores desconhecem se as práticas associadas estão a ser implementadas ou simplesmente, porque quando ocorreu o momento da avaliação, não era suposto ter em conta as práticas correspondentes. Este tipo de dúvidas só podem ser esclarecidas colocando novas questões à organização, mas pelos dados recolhidos podemos afirmar que a WeMake não está preparada para atingir os objetivos das diversas práticas da RSKM ou não é suposto ter as mesmas estarem implementadas.

Observando a tabela 11, apenas sete áreas de processo foram caracterizadas como satisfeitas, sendo que dez das dezoito foram classificadas como não satisfeitas e uma não avaliada (RSKM), isto porque todas as metas desta área foram classificadas como não avaliadas. Conforme a figura 17, as áreas de processo do nível de maturidade 2 que foram satisfeitas são

PMC, PP e REQM, as áreas de processo do nível de maturidade 3 que foram satisfeitas são IPM, OPD, RD e VAL. As restantes áreas foram classificadas como não satisfeitas, com exceção da RSKM.

De acordo com o modelo CMMI-DEV, para que o nível de maturidade 2 seja atingido, as áreas de processo de nível de maturidade 2: CM, MA, PMC, PP, PPQA, REQM e SAM têm de ser satisfeitas ou classificadas como não aplicáveis. De forma análoga, para que o nível de maturidade 3 seja satisfeito, as áreas de processo de nível de maturidade 3: DAR, IPM, OPD, OPF, OT, PI, RD, RSKM, TS, VAL e VER, têm de ser satisfeitas ou classificadas como não aplicáveis e as metas genéricas têm que atingir o nível de maturidade 3, para as áreas de processo referentes ao nível de maturidade 2.

Como se pode verificar, as áreas de nível de maturidade 2 não foram totalmente satisfeitas ou classificadas como não aplicáveis, pelo que o nível de maturidade 2 não foi atingido. A figura 17 permite identificar de imediato, que a WeMake deve encetar os esforços em melhorar as áreas de processo CM, MA, PPQA e SAM, para atingir o nível de maturidade 2. Em seguida deverá estabilizar e garantir uma base sólida nas áreas identificadas, sem descorar todas as outras do mesmo nível. Depois poderá focar-se nas áreas do nível de maturidade 3 ainda por satisfazer.

### 5.7.2. Variabilidade nos Processos

De acordo com os critérios definidos por *Landis* e *Kock* [30], o grau de concordância entre dois indivíduos, dado pelo valor do coeficiente  $k$  de *Cohen*, pode ser interpretado de acordo com a tabela 24. Esses valores são meramente indicativos.

Tabela 24 – Grau de concordância – critérios de *Landis* e *Kock* [30]

Estatística Kappa	Grau de concordância
< 0,20	Desprezável
0,21 - 0,40	Leve
0,41 - 0,60	Moderado
0,61 - 0,80	Substancial
0,81 - 1,00	Quase perfeito

A análise dos dados obtidos relativamente à variabilidade nos processos em relação à função desempenhada e anos de experiência é apresentada em seguida.

Observando os dados da tabela 15, existe um nível baixo de concordância nas respostas dadas entre as funções de programador/técnico e gestor, sendo que 36 respostas são semelhantes e as restantes 104 são diferentes, para as mesmas perguntas. Podemos assim afirmar e recorrendo ao coeficiente  $k$  obtido ser menor que 0,20, o grau de concordância é desprezável entre as respostas.

Na comparação das respostas dadas entre as funções de técnico/programador e responsável de projeto/equipa (tabela 16), 44 são respostas semelhantes e 96 são respostas diferentes, o que dá um coeficiente  $k$  de 0,0202, o que revela um grau de concordância desprezável. O mesmo pode-se concluir dos resultados obtidos na comparação entre as funções de gestor e responsável de projeto/equipa (tabela 17), pois o coeficiente  $k$  é igual a 0,1728, sendo que o nº de respostas semelhantes é igual a 50 e o nº de respostas diferentes é 90. Mesmo comparando entre as 3 funções, o grau de concordância é baixo – coeficiente  $k$  de 0,072 (tabela 18).

Relativamente ao nº de anos de experiência dos colaboradores, e comparando as respostas dadas entre quem tem 4 ou menos e quem tem mais de 4 anos de experiência (tabela 19), o nº de respostas semelhantes é de 41 e o nº de respostas diferentes é de 99, o que revela um nível baixo de concordância nas respostas dadas pelos inquiridos destas duas subcategorias. Analisando esta categoria “dentro” de cada intervalo, o grau de concordância entre inquiridos com menos de 4 anos é de -0,024 (tabela 20), e de 0,1078 para os inquiridos com mais de 4 anos (tabela 21), pelo que mesmo entre inquiridos com mais anos de experiência, o nível de concordância é baixo.

Comparando a média geral com a média obtida para a categoria função (tabela 22) que é de 0,0554, o seu valor está acima da média, pelo podemos afirmar que existe maior variabilidade dos processos entre a variável função.

De forma análoga, comparando a média geral com a média obtida para a categoria anos de experiência (tabela 22) que é de 0,0214, o valor está abaixo da média, pelo que a variabilidade neste caso é menor dentro da categoria anos de experiência.

Podemos concluir assim que existe menor variabilidade na categoria anos de experiência, e de forma contrária, existe maior variabilidade nos processos na categoria função.

Observando ainda a tabela 22, podemos afirmar que dentro da categoria função, para a comparação entre as funções GE e RP, existe maior variabilidade porque o coeficiente  $k$  que é de 0,1728 é superior quer em relação à média geral, quer em relação à média para a categoria função.

Podemos afirmar também que dentro da categoria anos de experiência, existe maior variabilidade para inquiridos com experiência superior a 4 anos, porque o valor do coeficiente  $k$  (0,1078) é superior em relação à média geral e também é superior em relação à média dentro para própria categoria.

Perante os resultados anteriormente descritos, existe uma variabilidade menor entre a categoria anos de experiência, ao contrário da categoria função em que a variabilidade é maior.

Dentro da categoria função, a variabilidade entre as funções GE e RP é maior do que as restantes comparações dentro dessa categoria. Em relação aos anos de experiência, a variabilidade é maior para inquiridos com mais de 4 anos de experiência, do que as restantes comparações dentro dessa categoria.

A variável projeto não foi objeto de análise, isto porque nas respostas dadas, para o mesmo projeto, não existia mais do que um colaborador a trabalhar na altura da avaliação dos processos, pelo que não foi possível efetuar estudos de comparação.

A variabilidade num processo está relacionada com causas comuns (estrutura, organização, responsáveis do processo), e com causas especiais que são aquelas que são imprevisíveis e esporádicas, pois estão associadas a aspetos não controláveis no processo. A variabilidade de um processo não é possível eliminar, visto depender de variáveis de entrada no processo (cada colaborador tem a sua forma de pensar, de agir e executar por exemplo), que por sua vez produz saídas para esse mesmo processo, mas essa variabilidade deve ser a menor possível para que se produza por um lado produtos diferentes, para clientes diferentes, com âmbitos diferentes, mas com qualidade e de encontro às reais necessidades com que foi idealizado.

Quanto maior for a percentagem de concordância nas respostas, menor será a variabilidade encontrada nos processos. Como a empresa apresenta grande variabilidade nas respostas é necessário que a empresa trabalhe no sentido de reduzir substancialmente a variabilidade desses processos sempre que a variabilidade não for justificada. É uma tarefa que precisa da

contribuição de todos os envolvidos nos processos, sendo que a gestão da organização deve estar comprometida para atuar nas oportunidades de melhoria, com uma equipa capaz, envolvida e com consciência da importância de melhoria do processo.

### **5.7.3. Usabilidade**

Os dados obtidos relativamente ao questionário de usabilidade (tabela 23), permitem concluir que o questionário de avaliação do processo é um pouco moroso no seu preenchimento. Isso poderá dever-se, tanto ao número de questões colocadas (140), o que está diretamente relacionado com as diversas práticas e, também com as áreas de processo abrangidas (níveis 2 e 3), como à informação inicial disponibilizada e solicitada em cada área, nomeadamente, os seus objetivos e termos técnicos usados. Optou-se por colocar esta informação no questionário de avaliação do processo, para tentar familiarizar os inquiridos do que realmente se pretende em cada área de processo, qual o seu âmbito e objetivo, o que pode ter contribuído para tornar as respostas mais assertivas e fidedignas, mas por outro, tornou o questionário mais longo e o seu preenchimento mais demorado.

A pontuação SUS obtida (66,3 em 100), apesar de não representar uma percentagem, pode-se dizer que representa 66,3% da pontuação máxima possível e que está no percentil 66. A usabilidade do questionário de avaliação do processo pode ser assim classificada como “acima” da média, ou seja, o questionário de avaliação desenvolvido pode ser melhorado em alguns aspetos, mas com esta classificação os inquiridos mostram que o voltariam a usar e sabe-se que o mesmo já é utilizável na versão atual e que, portanto, será de supor que não deverá ter influído significativamente nos resultados do estudo.

## **5.8. Validade e Limitações de Estudo**

Após o preenchimento do questionário por parte dos inquiridos, os dados foram sujeitos a processamento que a seguir se descreve. Inicialmente as respostas foram validadas quanto às respostas obrigatórias, formato das respostas e preenchimento completo de todas as respostas por inquirido. Houve dois questionários que não foram incluídos na análise, por não estarem completamente preenchidos (existia a possibilidade na ferramenta de guardar as

respostas e continuar posteriormente). Seguidamente, os dados dos questionários preenchidos foram exportados para a folha de cálculo *Excel* para posterior análise.

O preenchimento em linha sem a presença do “avaliador” para esclarecer quaisquer dúvidas no momento do preenchimento. Esta limitação foi “controlada” até certo ponto, devido ao facto de o “avaliador” fazer parte da empresa, de esta ser de pequena dimensão e de ser disponibilizado um endereço de correio eletrónico para o efeito. Mas não deixou de constituir um problema para as respostas dadas e para a interpretação dos resultados. Como referido no ponto 5.4 deste documento, parecem não existir diferenças na aplicação de questionários via internet ou de papel e lápis, sendo que o questionário de usabilidade desenvolvido foi passado neste formato.

Por outro lado, não foi possível garantir o completo anonimato dos inquiridos, dada a dimensão da organização e da informação recolhida, nomeadamente acerca do nº de anos de experiência, projetos em que esteve envolvido e funções desempenhadas.

As principais limitações do questionário de avaliação já foram discutidas na secção 4.3, em especial quanto à ausência de novos estudos sobre a sua validade e fiabilidade.

Dos oito potenciais inquiridos, apenas seis responderam completamente o que limitou a análise e eventuais conclusões.

O número de respondentes não permite fazer generalizações, nem extrapolar os resultados para um âmbito mais alargado. Por outro lado, poderá ter limitado a análise de variabilidade nos processos, relativamente ao fator projeto, porque nas respostas não foi possível encontrar mais do que um colaborador inquirido a trabalhar no mesmo projeto. Existem ainda inquiridos que não estão ligados a nenhum projeto, o que também condicionou a análise.

Também importa realçar que a organização nunca tinha sido alvo de uma avaliação dos seus processos de *software* pelo CMMI, nem por outro modelo específico para processos de *software*, apesar de ser certificada pela norma NP EN ISO 9001:2008. Isto originou algumas dúvidas nos participantes quanto às respostas a dar, quanto ao propósito de cada área de processo e objetivos a atingir pelas mesmas.

A dimensão do questionário e número de perguntas associadas também terá contribuído para algum cansaço o que poderá ter influenciado as respostas. Contudo, o valor obtido na escala SUS dá alguma confiança quanto à utilização do questionário.

Quando se procedeu à análise da variabilidade das respostas tornou-se claro que a utilização de uma escala tão ampla (com 6 pontos), como foi o caso, era problemática, por ser demasiado sensível atendendo à pouca experiência dos intervenientes, quer colaboradores da organização, quer do avaliador. Ou seja, teria sido preferível a utilização de uma escala mais simples.

## **5.9. Conclusões**

O questionário de avaliação dos processos de nível de maturidade 2 e 3 e respetivos resultados obtidos dão a entender que a abordagem efetuada poderia ter incidido somente no nível de maturidade 2, até porque a organização e os seus colaboradores nunca tinham sido alvo de uma avaliação de processos deste tipo.

Este resultado já era de certa forma esperado, apesar de ser uma avaliação “informal” e para fins académicos. As diversas áreas de processo, atividades e práticas relacionadas, que por vezes são tidas em conta de forma esporádica e não de forma efetiva e definida, a extensão do próprio questionário e terminologia utilizada também devem ajudar a explicar os resultados.

Seguindo-se a versão estratificada do CMMI, para se atingir o nível de maturidade 3 definido no modelo CMMI-DEV e conforme se pode aferir dos resultados, é necessário primeiramente melhorar e consolidar o nível de maturidade 2 e só depois, após se terem os processos desse nível bem definidos e implementados, começar a abordar a passagem ao nível seguinte. Não se quer dizer com isto que não se devam ter já implementados processos de níveis superiores, isso é um aspeto que dependerá de cada organização e da WeMake neste caso.

As áreas de processo CM, MA e PPQA do nível de maturidade 2 que fazem parte da categoria Suporte, serão aquelas em que a WeMake deve incidir os seus maiores esforços de melhoria dos processos, isto porque são áreas de processo que não foram satisfeitas. Atividades como o apoio ao desenvolvimento e manutenção dos produtos, qualidade do produto e serviços prestados, em que o foco principal são os projetos, devem ser executadas de forma permanente.

Por outro lado a área de processo SAM, também do nível 2, pertencente à categoria de Gestão de Projeto, deverá igualmente merecer uma atenção “especial”, porque atividades de

gestão relacionadas com o planeamento, monitorização e controle dos diversos projetos, são fundamentais em particular numa empresa com certificação ISO 9001.

Podemos assim concluir que a WeMake utiliza alguns processos formais em algumas áreas, mas que por vezes não é capaz de fazer estimativas corretas de custos e planos de projetos, sendo que algumas das ocasiões estes não são cumpridos. Segundo o CMMI, neste tipo de organizações as ferramentas utilizadas não são por vezes integradas com os processos e não são aplicadas nos diversos projetos de forma transversal. Documentação como caderno de encargos, requisitos do *software*/cliente ou desenho da implementação não têm em algumas situações o conteúdo necessário, sendo que a mudança aos requisitos não é acompanhada com o respetivo registo de alteração. A instalação e a manutenção são áreas com alguma deficiência, pois existem processos definidos em papel, mas que na prática não são aplicados na maior parte das situações.

Os aspetos referidos anteriormente, deverão ser revistos e melhorados de forma continuada, acompanhados pela gestão da empresa, para que assim possa posteriormente passar para um processo gerido e realmente implantado na organização, em que os projetos são planeados e executados de acordo com as políticas da empresa, que existem recursos adequados para produzirem saídas adequadas, as partes interessadas são envolvidas de forma efetiva nos projetos para assim monitorizar, controlar e avaliar a correta implementação em relação à descrição dos diversos processos.

A disciplina decorrente da adoção do CMMI-DEV e existente no nível de maturidade 2, contribui para que as práticas existentes sejam mantidas mesmo em períodos de maior pressão sobre os colaboradores. Quando essas práticas estão em uso, os projetos são executados e geridos de acordo com os seus planos. A variabilidade das respostas mostra que há muito a fazer.

Uma forma de minimizar o impacto de uma avaliação de processos numa organização, é fazer uma preparação inicial junto dos colaboradores antes da avaliação propriamente dita, com sessões de esclarecimento. Estas sessões permitem fazer uma abordagem aos objetivos da avaliação, às diversas áreas de processo existentes na organização, quais os seus objetivos e do que se trata efetivamente em cada uma, com a descrição das diversas atividades a ter em conta no desempenho de cada função/área de processo dentro da organização. Isto terá de ser feito caso a empresa venha a optar por uma avaliação mais formal.



Por outro lado, o questionário de avaliação deverá ser melhorado e otimizado, com uma possível simplificação das questões e conteúdo em geral, no sentido de o tornar mais “leve” e menos massudo. Desta forma, será possível ao inquirido o seu preenchimento com maior rapidez e sem provocar um grande cansaço. A simplificação também poderá ser feita reduzindo as áreas de processo existentes na organização, para não criar “ruído” durante a avaliação e simplificar o processo de avaliação, mas saber à priori quais as áreas pode não ser fácil, ou mesmo possível, sem uma qualquer avaliação prévia.

Como última conclusão sugere-se que, em avaliações preliminares dos processos de *software* utilizando questionários, seja usada uma escala mais simples do que aquela que foi utilizada no estudo apresentado.

Em jeito ainda de conclusão e em resposta às perguntas colocadas em análise no estudo (tabela 8) podemos concluir:

1. Nível de maturidade 1 dos processos da organização segundo o CMMI-DEV;
2. A variabilidade nos processos depende da função desempenhada pelo colaborador;
3. Não foi possível determinar se a variabilidade dos processos depende do projeto associado;
4. A variabilidade nos processos depende dos anos de experiência desempenhada pelo colaborador;
5. Segundo a escala utilizada, o questionário de avaliação de processos elaborado é relativamente utilizável, mas deve ser melhorado conforme referido anteriormente.

## 6. Conclusão

Na elaboração desta dissertação foi possível efetuar uma apresentação teórica do modelo CMMI-DEV, bem como uma aplicação prática desse mesmo modelo em ambiente empresarial. Podemos concluir que o modelo CMMI-DEV e o conjunto de boas práticas associadas, pode ser um bom ponto de partida para efetuar o levantamento e respectiva avaliação dos processos existentes numa empresa de desenvolvimento de *software*, identificar os pontos fortes e os pontos fracos e melhorar as áreas de processo que se revelem mais pertinentes e indispensáveis, para que as boas práticas sejam aplicadas de forma efetiva e contínua.

### 6.1. Conclusões Finais

Relativamente à abordagem teórica do modelo CMMI-DEV 1.3, a mesma foi feita tendo em conta os dois tipos de representações possíveis: contínua e estratificada. A representação contínua é indicada quando a organização quer melhorar um determinado conjunto de áreas de processo, para que estas atinjam determinado níveis de capacidade, mesmo que outras áreas de processo estejam em níveis de capacidade diferentes, ou seja, as áreas de processo são alvo de melhoria de forma mais ou menos independente.

Por outro lado, a representação estratificada trata as áreas de processo de um nível de maturidade de forma conjunta e relacionada, pelo que a organização para atingir determinado nível de maturidade terá que satisfazer todas as áreas de processo desse mesmo nível e dos níveis de maturidade inferiores. Esta representação trata e aborda as diversas áreas de um determinado nível de maturidade como um “todo”, ao contrário da representação contínua, que trata as áreas de processo de forma individual, o que poderá levantar algumas dúvidas às organizações com menor conhecimento da capacidade dos seus processos, pois podem-se focar em determinada área de processo e estar a descorar outras áreas de processo que são igualmente importantes para a melhoria do processo como um todo. No estudo realizado, foi utilizada a representação estratificada.

Os diversos componentes que constituem as áreas de processo: metas específicas e genéricas, bem com as práticas específicas e genéricas, permitem por um lado seguir o caminho correto, executando de forma efetiva as atividades representadas pelas práticas, e por outro, atingir as respectivas metas e objetivos de cada área de processo. As áreas de processo podem-se dividir em categorias: processo, projeto, engenharia e suporte, o que permite descrever em termos teóricos as diversas áreas de processo de cada categoria, bem como identificar as saídas produzidas por determinadas áreas, que serão as entradas para outras áreas de processo e seu respetivo relacionamento.

A adoção do modelo CMMI numa organização deve ter desde o início, um forte patrocínio e empenhamento da gestão de topo da mesma, para que esta fique comprometida e se envolva ativamente no esforço de melhoria dos processos. Promover a adoção do modelo, escolher as pessoas adequadas para gerir o esforço de melhoria, analisar o esforço de melhoria, defender esse esforço e assegurar que os recursos necessários existem para que o esforço de melhoria seja bem-sucedido, são algumas das ações importantes que a gestão de topo tem de ter em conta.

Outro aspeto a ter em conta na adoção do modelo será a escolha dos processos a serem alvo de melhoria, ou uma parte da organização, bem como a representação do modelo a utilizar, pois pode influenciar o programa de melhoria dos processos. Existem igualmente notas em algumas áreas de processo que servem de guia e de suporte para uma melhor interpretação das práticas do CMMI, nomeadamente em metodologias ágeis, usadas em muitas empresas de desenvolvimento de *software*, mas que devem ser usadas como exemplo e não como regra, pois a sua aplicação depende de cada realidade organizacional.

Na avaliação de processos utilizando o CMMI, devemos ter em conta o âmbito da avaliação, incluindo a unidade organizacional a ser avaliada, áreas de processo e os níveis de maturidade ou capacidade a serem objeto de avaliação.

O método de avaliação a ser aplicado depende dos objetivos que a empresa tem sobre a avaliação e pode ser dividido em classes: se o objetivo é servir de comparação com outras empresas e que a avaliação seja rigorosa e formal, então é uma avaliação classe A. Se o objetivo é realizar uma avaliação menos formal, que se foca essencialmente em identificar oportunidades de melhoria e a acompanhar o estado da melhoria dos processos, podemos recorrer às classes B ou C, tendo por vantagens requerer menos tempo despendido durante

avaliação, não existir uma equipa de avaliação exterior à empresa definida para o efeito, pelo que pode ser feito internamente, o tempo de preparação pode ser mínimo.

Além dos aspetos referidos anteriormente, os participantes a serem entrevistados devem pertencer às áreas de processo avaliadas, existir um líder e respetiva equipa de avaliação, bem como a elaboração de um relatório final sobre os resultados da avaliação.

O caso de estudo apresentado neste documento, teve por base um questionário para avaliação dos processos, níveis de maturidade 2 e 3, podendo assim a avaliação ser classificada como próxima da classe C.

A empresa em causa nunca tinha sido alvo de uma avaliação de processos, não estava preparada para um processo formal de avaliação, nem era esse o principal objetivo da avaliação realizada. Os resultados obtidos na avaliação efetuada, releva que nesta fase a avaliação deveria incidir somente nas áreas de processo de nível de maturidade 2, pelas razões anteriormente referidas, mas também porque o nível de maturidade 2 não foi satisfeito, devendo a empresa encetar esforços de melhoria nestas áreas de processo específicas, solidificar as atividades e metodologias, para que futuramente possa avançar para o nível seguinte de maturidade.

O questionário de avaliação dos processos foi elaborado de raiz para a versão 1.3 do modelo, tendo por base um protótipo de questionário disponibilizado pelo SEI para uma versão anterior do CMMI e um questionário existente para o CMM. No final o questionário revelou-se um pouco extenso, o que para os inquiridos implicou um esforço adicional, quer na compreensão dos objetivos de cada área de processo, suas práticas associadas e nas respostas dadas. Uma das formas de minimizar este esforço seria ter realizado uma sessão de esclarecimento a todos os colaboradores incluídos na avaliação, a anteceder a avaliação. Esta sessão poderia contribuir para diminuir o impacto do processo de avaliação. Outra possibilidade seria efetuar um levantamento junto da empresa, para perceber quais as áreas de processo que seriam objeto de avaliação, reduzindo o questionário somente às áreas realmente essenciais para a empresa.

Apesar de ser uma primeira versão do questionário de avaliação, e de todos os aspetos referidos anteriormente, o mesmo teve uma boa receptividade por parte dos inquiridos, conforme demonstram os resultados do questionário de usabilidade, sendo que esta primeira abordagem se revelou bastante positiva e uma base para futuras avaliações.

Como última conclusão sugere-se que, em avaliações preliminares dos processos de *software* utilizando questionários, seja usada uma escala mais simples do que aquela que foi utilizada no estudo apresentado.

## 6.2. Trabalho Futuro

As limitações do estudo e as conclusões apresentadas permitem perspetivar trabalho futuro que será necessário realizar. Como trabalho futuro destacam-se assim duas vertentes:

- Efetuar uma revisão ao questionário de avaliação para possíveis melhorias;
- Utilização do questionário de avaliação desenvolvido noutras organizações;

Estas atividades seriam realizadas pela ordem em que foram listadas. As possíveis melhorias ao questionário deverão contemplar as limitações e conclusões do estudo realizado.

Relativamente à segunda vertente, a utilização do questionário de avaliação dos processos em empresas de desenvolvimento de *software* permitiam que o mesmo fosse testado noutros ambientes empresariais, para se avaliarem as melhorias entretanto introduzidas e se tentarem também detetar outros possíveis pontos a melhorar. A segunda vertente de trabalho poderia também permitir realizar uma análise da validade e fiabilidade do questionário e com isso obter-se uma simplificação do questionário, nomeadamente na redução das perguntas, sem colocar em causa as metas e áreas de processo do modelo.

## 7. Referências

- [1] C. P. Team, "CMMI for Development, Version 1.3: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University," CMMI Institute - SEI, 11 2010. [Online]. Available: <http://cmmiinstitute.com/resource/cmmi-for-development-version-1-3/>.
- [2] K. Keller e B. Mack, "Maturity Profile Reports," 09 2013. [Online]. Available: <http://cmmiinstitute.com/assets/presentations/2013SepCMMI.pdf>. [Acedido em 08 10 2013].
- [3] G. Weinberg, Quality Software Management: Vol.2 First-Order Measurement, Dorset House, 1993.
- [4] A. Sampaio, E. Gray, H. Moreira e M. Martins, "Selection of Projects in Software Process Assessment: New Perspectives," em *New Perspectives on Information Systems Development: Theory, Methods and Practice*, NY, Kluwer Academic Press, 2002, pp. 135-146.
- [5] J. Herbsleb, A. Carleton, J. Rozum, J. Siegel e D. Zubrow, Benefits of CMM-Based Software Process Improvement: Executive Summary of Initial Results, 1994.
- [6] D. L. Gibson, D. R. Goldenson e K. Kost, "Performance Results of CMMI-Based Process Improvement," Software Engineering Institute, 08 2006 . [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/06tr004.cfm>. [Acedido em 19 04 2012].
- [7] R. McFeeley, "IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement," Software Engineering Institute, 02 1996 . [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/96hb001.cfm>. [Acedido em 26 04 2012].
- [8] K. Beck, "Manifesto for Agile Software Development," 2001. [Online]. Available: <http://agilemanifesto.org>. [Acedido em 08 05 2012].
- [9] H. Glazer, J. Dalton, D. Anderson, M. Konrad e S. Shrum, "CMMI or Agile: Why Not Embrace Both!," Software Engineering Institute, 11 2008. [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/08tn003.cfm>. [Acedido em 08 05 2012].
- [10] S. U. Team, "Appraisal Requirements for CMMI Version 1.3 (ARC, V1.3)," Software Engineering Institute, 04

2011. [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/11tr006.cfm>. [Acedido em 10 05 2012].
- [11] F. Yucalar e S. Z. Erdogan, "A Questionnaire Based Method for CMMI Level 2 Maturity Assessment," *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, vol. 4, n.º 2, pp. 39-46, July 2009.
- [12] S. U. Team, "Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) A, Version 1.3: Method Definition Document," Software Engineering Institute, 03 2011. [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/11hb001.cfm>. [Acedido em 11 05 2012].
- [13] E. Gray, A. Sampaio e O. Benediktsson, "An Incremental Approach to Software Process Assessment and Improvement," *Software Quality Journal*, vol. 13, n.º 1, pp. 7-16, 2005.
- [14] ISO/IEC 15504-3:2004, Information technology - Process assessment - Part 3: Guidance on performing an assessment, 2004.
- [15] M. Staples, M. Niazi, R. Jeffery, A. Abrahams, P. Byatt e R. Murphy, "An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI," *Journal of Systems and Software*, vol. 80, n.º 6, pp. 883-895, June 2007.
- [16] D. Tore, "Factors of software process improvement success in small and large organizations: an empirical study in the scandinavian context," em *Proceedings of the 9th European software engineering conference held jointly with 11th ACM SIGSOFT international symposium on Foundations of software engineering*, Helsinki, Finland, 01-05, 2003.
- [17] A. M. Kalpana e A. E. Jeyakumar, "An Questionnaire Based Assessment Method for Process Improvement in Indian Small Scale Software Organizations," *European Journal of Scientific Research*, vol. 60, n.º 3, pp. 361-377, 2011.
- [18] A. Sampaio, "Avaliação do Processo de Desenvolvimento de Software: Uma abordagem Baseada no CMM," Tese de Mestrado, FEUP, 1996.
- [19] W. Humphrey e B. Curtis, "Comments on "A Critical Look"," *IEEE Software*, vol. 8, n.º 4, July 1991.
- [20] P. Fusaro, K. El Emam e B. Smith, "The internal consistencies of the 1987 SEI maturity questionnaire and the SPICE capability dimension," *Empirical Software Engineering: An Intl. Journal*, p. 179-201, 1997.
- [21] C. Bradley, Translation of questionnaires for use in different languages and cultures. In *Handbook of Psychology and Diabetes: a guide to psychological measurement in diabetes research and practice*, Harwood Academic Pub., 1994.

- [22] P. Runeson e M. Host, "Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering," *Empir Software Eng*, vol. 14, pp. 131-164, April 2009.
- [23] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. C. Ohlsson, B. Regnell e A. Wesslén, *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [24] F. Pino, F. García e M. Piattini, "Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review," *Software Qual Journal*, vol. 16, n.º 1, p. 237–261, 2008.
- [25] M. Sulayman, C. Urquhart, E. Mendes e S. Seidel, "Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study," *Information and Software Technology*, vol. 54, n.º 5, pp. 479-500, May 2012.
- [26] J. Sauro e J. R. Lewis, *Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research*, Morgan Kaufmann, 2012.
- [27] M. Van Selm e N. Jankowski, "Conducting Online Surveys," *Quality and Quantity*, vol. 40, n.º 3, pp. 435-456, 2006.
- [28] C. M. Fleming e M. Bowden, "Web-based surveys as an alternative to traditional mail methods," *Journal of Environmental Management*, vol. 90, n.º 1, p. 284–292, January 2009.
- [29] S. D. Gosling, S. Vazire, S. Srivastava e O. P. John, "Should We Trust Web-Based Studies? A Comparative Analysis of Six Preconceptions About Internet Questionnaires," *American Psychological*, vol. 59 (2), pp. 93-104, Feb-Mar 2004.
- [30] J. R. Landis e G. G. Koch, "The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data," *International Biometric Society*, vol. 33, n.º 1, pp. 159-174, 1977.





## 8. Anexos

### 8.1. Questionário de Avaliação de Processos

No âmbito da Tese de Mestrado sob o tema **Avaliação dos Processos de Software utilizando o CMMI - Capability Maturity Model Integration**, a ser elaborada no Departamento de Engenharia Informática do ISEP, venho pedir a vossa compreensão e colaboração no preenchimento deste inquérito. O tempo de preenchimento do mesmo é de aproximadamente 50 minutos.

#### Introdução

O processo de melhoria organizacional pode ser dividido em diversas áreas de processos, tendo em consideração o seu nível de maturidade, podendo ser classificadas do nível 2 até ao nível 5, sendo o âmbito deste inquérito as áreas até ao nível 3.

Este questionário contém questões sobre a implementação de importantes práticas na sua organização de software.

As questões estão organizadas em áreas de processo. Para cada área existe um **conjunto de metas** e para cada meta um **conjunto de práticas**, que descrevem as atividades esperadas para satisfazer cada meta específica.

Cada grupo de questões é precedido pela indicação do objetivo da área de processo e pela definição de alguns termos técnicos.

Todas as respostas são confidenciais e serão objeto de tratamento somente estatístico.

Caso surja alguma dúvida, poderá enviar um correio eletrónico para [1990708@isep.ipp.pt](mailto:1990708@isep.ipp.pt)

Obrigado,

Carlos Freire

#### Instruções

1. As perguntas assinaladas com \*, são de preenchimento obrigatório.

2. As respostas devem ser classificadas como:

**Totalmente implementada** - quando a prática está bem estabelecida e é executada de forma consistente e sempre;

**Implementada em grande parte** - quando a prática está bem estabelecida e é executada quase sempre;

**Parcialmente implementada** - quando a prática está bem estabelecida, mas é executada apenas algumas vezes;

**Não implementada** - quando não é executada em nenhuma circunstância;

**Não ainda** - no momento da avaliação, não é suposto a prática estar implementada ou a organização não está preparada para esse objetivo;

**Não sei** - quando o inquirido não sabe responder/desconhece se a prática está implementada.

Pode utilizar o espaço de comentário para inserir qualquer observação/restrrição ou pormenor sobre a resposta dada.

1. Das seguintes funções, quais descrevem melhor a sua função corrente dentro da organização? (Favor assinalar todas as que se apliquem)

Gestor

Responsável de projeto ou equipa

Técnico ou programador

Consultor

Outro (Especificar qual):

2. Indique o nome do projeto em que está a trabalhar atualmente, ou o último em que trabalhou com maior relevo na organização, caso faça parte da sua função. Se estiver a trabalhar em mais do que um projeto, então escolha o projeto mais representativo da prática organizacional para que as suas respostas ao questionário reflitam a prática atual da organização.

a. Qual o domínio de aplicação do projeto indicado.

---

b. Indique a data início de projeto e a data fim (estimada, se for o caso) do projeto.

---

3. Indique o nº de anos de experiência na função indicada:

Na organização

No total

4. Já alguma vez participou em algum inquérito sobre processos de desenvolvimento de software?

Não

Sim (Especifique qual):

**Gestão de Configuração** – área de processo Suporte de nível de maturidade 2

O objetivo da área de processo Gestão de Configuração (CM) é estabelecer e manter a integridade dos produtos de trabalho, usando a identificação da configuração, controlo de configurações, *status* das atividades de configuração e auditorias de configuração.

**Área de processo** – conjunto de práticas relacionadas de uma área que, quando implementadas em conjunto, satisfazem a um conjunto de metas consideradas importantes para a realização de melhorias nessa área.

**Produtos de trabalho** – é um resultado útil de um processo. Este resultado pode incluir arquivos, documentos, produtos, partes de um produto, serviços, descrições de processo, especificações. A diferença fundamental entre um produto de trabalho e um componente de produto é que nem todo o produto de trabalho é necessariamente parte integrante do produto final. Nos modelos CMMI a definição de produtos de trabalho inclui serviços, no entanto, o termo “produtos de trabalho e serviços” é por vezes usado para enfatizar a inclusão de serviços na discussão.

**Baselines** – conjunto de especificações ou produtos de trabalho que tenham sido formalmente revistos e acordados, que depois servem como base para o desenvolvimento, e

que só podem ser alterados através de procedimentos de controlo de mudanças e devidamente aprovados.

Uma das metas desta área de processo engloba as práticas associadas ao estabelecimento e definição de *baselines* dos produtos de trabalho.

1 – São identificados os itens de configuração, componentes e produtos de trabalho a serem colocados sob a gestão de configuração?

2 – É estabelecido e mantido um sistema de gestão de configurações e gestão de alterações para controlar os produtos de trabalho?

3 – São criados ou lançados *baselines* para uso interno e para entrega ao cliente?

Outra meta desta área de processo engloba as práticas associadas ao acompanhamento e controlo de alterações, sendo que as alterações nos produtos de trabalho sob a Gestão de Configuração são acompanhadas e controladas.

4 – Os pedidos de alterações dos itens de configuração são acompanhados?

5 – As alterações nos itens de configuração são controladas?

Outra meta desta área de processo é estabelecer e manter a integridade dos *baselines*.

6 – São estabelecidos e mantidos registos de gestão de configurações que descrevem os itens de configuração?

7 – Auditorias de configuração são realizadas para manter a integridade dos *baselines*?

### **Medição e Análise** – área de processo Suporte de nível de maturidade 2

O objetivo da área de processo Medição e Análise (MA) é desenvolver e manter uma capacidade de medição usada para dar suporte às necessidades de informação de gestão.

**Medição** – conjunto de operações para determinar o valor de uma medida.

**Partes interessadas** – trata-se de grupos ou indivíduos como por exemplo membros do projeto, fornecedores, clientes, utilizadores finais e outros que são afetados pelo resultado de uma atividade ou são de alguma forma responsáveis por ela.

Uma das metas desta área será que os objetivos de medição e respetivas atividades, deverão estar alinhados com as necessidades de informação e objetivos identificados.

8 – São estabelecidos objetivos de medição?

9 – As medidas para satisfazer os objetivos de medição estão especificadas?

10 – Existe uma especificação de como os dados de medição são obtidos e armazenados - (coleção de dados e respetivos procedimentos de armazenamento)?

11 – Existe uma especificação de como os dados de medição são analisados (procedimento de análise) e comunicados?

Outra meta desta área é fornecer os resultados de medições que abordam as necessidades de informação e objetivos identificados.

12 – Os dados de medição especificados são obtidos?

13 – São analisados e interpretados os dados resultantes da medição?

14 – São geridos e armazenados os dados e resultados das medições, especificações de medição e resultados da análise efetuada?

15 – Os resultados da medição e análise de atividades são comunicados a todas as partes interessadas?

**Monitorização e Controlo do Projeto** - área de processo Gestão de Projeto de nível de maturidade 2

O objetivo da área de processo Monitorização e Controlo do Projeto (PMC) é fornecer uma compreensão do progresso do projeto para que as ações corretivas apropriadas possam ser implementadas, quando o desempenho do projeto desvia significativamente do plano estabelecido.

**Ação corretiva** – ato ou ação utilizados para reparar uma situação, remover um erro ou ajustar uma condição.

**Plano de projeto** – plano que estabelece as bases para a execução e controle das atividades do projeto e trata dos compromissos com o cliente do projeto. O planeamento do projeto inclui: estimativas dos atributos dos produtos de trabalho e das tarefas, determinar recursos necessários, negociação de compromissos, elaboração de um cronograma, e identificação e análise dos riscos do projeto.

**Progresso e desempenho do projeto** – aquilo que o projeto alcança a partir da implementação de planos de projeto, incluindo esforço, custo, prazo e desempenho técnico.

Uma das metas é monitorizar o progresso e desempenho atual do projeto, em relação ao plano do projeto.

16 – São monitorizados os valores reais dos parâmetros do planeamento do projeto em relação ao plano de projeto?

17 – São monitorizados os compromissos em relação aos identificados no plano de projeto?

18 – São Monitorizados os riscos em relação aos identificados no plano do projeto?

19 – É monitorizada a gestão de dados do projeto em relação ao plano de projeto?

20 – É monitorizado o envolvimento das partes interessadas em relação ao plano de projeto?

21 – São revistos periodicamente o progresso, desempenho e as questões críticas do projeto?

22 – São revistos em pontos-chave selecionados do projeto, as realizações do projeto e os resultados obtidos?

Outra meta desta área é a gestão das ações corretivas até à sua conclusão, quando o desempenho ou os resultados do projeto desviam significativamente do plano do projeto.

23 – São identificadas e analisadas as questões críticas e determinadas as ações corretivas necessárias para tratar as mesmas?

24 – São implementadas ações corretivas para tratar as questões críticas identificadas?

25 – As ações corretivas são geridas até à sua conclusão?

**Planeamento de Projeto** - área de processo Gestão de Projeto de nível de maturidade 2

O objetivo da área de processo Planeamento de Projeto (PP) é estabelecer e manter planos que definem as atividades do projeto.

**Estrutura analítica de projeto** (*work breakdown structure* – WBS) – arranjo de elementos de trabalho e suas relações entre si e com o produto final ou serviço.

**Partes interessadas relevantes** – partes interessadas identificadas num plano, estando envolvidas em atividades especificadas.

Uma das metas é estabelecer e manter estimativas de parâmetros de planeamento de projeto.

26 – É estabelecida uma estrutura analítica de projeto (WBS) de alto nível para estimar o âmbito do projeto?

27 – São estabelecidas e mantidas estimativas para atributos de produtos de trabalho e de tarefas?

28 – As fases do ciclo de vida do projeto são definidas?

29 – As estimativas de esforço e de custo com base no raciocínio de estimativas são determinadas?

Outra das metas é estabelecer e manter um plano de projeto que serve como base para a gestão de projeto.

30 – É estabelecido e mantido o orçamento e cronograma do projeto?

31 – São identificados e analisados os riscos do projeto?

32 – A gestão de dados do projeto é planeada?

33 – Os recursos necessários para a execução do projeto são planeados?

34 – Os conhecimentos necessários para a execução do projeto são planeados?

35 – É planeado o envolvimento das partes interessadas identificadas?

36 – É estabelecido e mantido o plano global do projeto?

Outra das metas é estabelecer e manter os compromissos com o plano de projeto.

37 – Todos os planos que afetam o projeto para entender os compromissos do mesmo são revistos?

38 – É ajustado o plano de projeto de acordo com os recursos estimados e disponíveis?

39 – O compromisso das partes interessadas relevantes, responsáveis pela execução e apoio à execução do plano é obtido?



**Garantia da Qualidade de Processo e Produto** - área de processo de Suporte de nível de maturidade 2

O objetivo da área de processo Garantia da Qualidade de Processo e Produto (PPQA) é fornecer às diversas pessoas e responsáveis das equipas, uma visão sobre os processos e produtos de trabalho associados.

**Padrões** – requisitos formais desenvolvidos e utilizados para promover abordagens consistentes para aquisição, desenvolvimento ou serviço (por exemplo *standards* ISO/IEC, IEEE e organizacionais).

**Processo** – um conjunto de atividades relacionadas entre si, que transformam entradas em saídas para alcançar um determinado fim. Em determinados momentos da descrição do CMMI, o termo processo poderá significar um ou mais processos que implementam uma área de processo.

Uma das metas desta área é avaliar objetivamente processos e produtos de trabalho em relação à descrição dos processos, padrões e procedimentos.

40 – São avaliados objetivamente os processos selecionados em relação às descrições de processo, padrões e procedimentos aplicáveis?

41 – São avaliados objetivamente os produtos de trabalho selecionados em relação às descrições de processo, padrões e procedimentos aplicáveis?

Outra meta desta área de processo é assegurar que as questões críticas relativas a não conformidades, são monitorizadas e comunicadas, e sua resolução garantida.

42 – São comunicadas as questões críticas relativas à qualidade e asseguradas a resolução de não conformidades com a equipa e os gestores?

43 – Os registos das atividades de garantia da qualidade são estabelecidos e mantidos?

**Gestão de Requisitos** - área de processo Gestão de Projeto de nível de maturidade 2

O objetivo da área de processo Gestão de Requisitos (REQM) é gerir os requisitos dos produtos e componentes de produto do projeto, e garantir o alinhamento entre esses requisitos e os planos do projeto e produtos de trabalho.

**Componente de produto** – trata-se de um produto de trabalho que corresponde a um

componente de nível mais baixo do produto. Os componentes de produto são integrados para produzir o produto, podendo existir vários níveis de componentes de produto.

**Rastreabilidade bidirecional** – associação entre duas ou mais entidades lógicas que é perceptível em qualquer direção, isto é, de e para uma entidade.

A meta desta área é que os requisitos devem ser geridos e as inconsistências devem ser identificadas, em relação aos planos de projeto e produtos de trabalho.

44 – É realizado um trabalho em conjunto, com quem definiu os requisitos de forma a obter um melhor entendimento do significado dos mesmos?

45 – É obtido o compromisso com os participantes do projeto face aos requisitos?

46 – As mudanças nos requisitos à medida que evoluem durante o projeto são geridas?

47 – É mantida a rastreabilidade bidirecional dos requisitos e produtos de trabalho?

48 – É garantido que os planos de projeto e produtos de trabalho permanecem alinhados com as exigências?

**Gestão de Contrato com Fornecedores** – área de processo Gestão de Projeto de nível de maturidade 2

O objetivo da área de processo Gestão de Contrato com Fornecedores (SAM) é gerir a aquisição de produtos e serviços a fornecedores.

Uma das metas desta área é estabelecer e manter os contractos com os fornecedores.

49 – É determinado o tipo de aquisição para cada produto ou componente de produto a ser adquirido?

50 – Os fornecedores são selecionados com base numa avaliação da sua capacidade em satisfazer os requisitos especificados e critérios estabelecidos?

51 – São estabelecidos e mantidos contractos formais com os fornecedores?

Outra meta desta área será que os contractos com os fornecedores são cumpridos tanto pelo projeto como pelo fornecedor.

52 – São executadas atividades com o fornecedor conforme especificado no contrato com o mesmo?

53 – Existe a verificação que o acordo com o fornecedor está satisfeito, antes de aceitar o produto adquirido?

54 – É assegurada a transição dos produtos adquiridos no fornecedor?

### **Análise e Tomada de Decisões** – área de processo Suporte de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Análise e Tomada de Decisões (DAR) é analisar possíveis decisões com base num processo de avaliação formal que avalia alternativas identificadas com base em critérios estabelecidos.

A meta desta área é que as decisões tomadas têm por base uma avaliação de alternativas que utiliza critérios estabelecidos.

55 – São estabelecidas e mantidas diretrizes para determinar quais as questões que são sujeitas a um processo formal?

56 – São estabelecidos e mantidos critérios para avaliar as alternativas e para classificá-los de forma relativa?

57 – As soluções alternativas para resolver problemas são identificadas?

58 – São selecionados métodos de avaliação?

59 – As soluções alternativas usando critérios e métodos estabelecidos são avaliadas?

60 – São selecionadas soluções a partir das várias alternativas, com base nos critérios de avaliação?

### **Gestão Integrada do Projeto** – área de processo Gestão de Projeto de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Gestão Integrada do Projeto (IPM) é estabelecer e gerir o projeto e o envolvimento das partes interessadas de acordo com um processo definido e integrado, que é adaptado a partir do conjunto dos processos-padrão da organização.

**Processos-padrão** – definição operacional do processo básico que orienta o estabelecimento de um processo comum numa organização. Um processo-padrão descreve os elementos do processo fundamentais que são esperados para ser incorporado em qualquer processo definido. Também descreve relações (pedidos, interfaces) entre esses elementos do processo.

**Processo definido** – processo gerido que é adaptado do conjunto de processos-padrão da organização de acordo com a orientação da mesma. Tem uma descrição mantida do processo e contribui com produtos de trabalho de processos relacionados com os processos ativos da organização.

**Repositório de medições** – repositório utilizado para guardar e disponibilizar dados resultantes da medição dos processos e produtos de trabalho, especialmente aqueles relacionados com o conjunto de processos-padrão. Contém e faz referência a dados resultantes da medição e também a informações relacionadas que são necessárias para entendê-los e analisa-los.

Uma das metas desta área é que o projeto é realizado através de um processo definido que é adaptado a partir do conjunto de processos-padrão da organização.

61 – É estabelecido e mantido o processo definido para o projeto desde o início até ao fim do mesmo?

62 – São utilizados os ativos do processo e o repositório de medições da organização para estimar e planear as atividades do projeto?

63 – É estabelecido e mantido o ambiente de trabalho do projeto com base nos padrões de ambiente de trabalho da organização?

64 – É integrado o plano do projeto e outros planos que afetam o projeto para descrever o processo definido do mesmo?

65 – O projeto é gerido usando o plano de projeto, outros planos que afetam o projeto e o processo definido para o mesmo?

66 – As equipas de projeto são estabelecidas e mantidas?

67 – Existe a contribuição de experiências do processo relacionado com os processos ativos da organização?

Outra meta desta área é promover a coordenação e colaboração entre o projeto e as partes interessadas.

68 – É feita a gestão do envolvimento das partes interessadas?

69 – Existe a colaboração com as partes interessadas na identificação, negociação e acompanhamento de dependências críticas?

70 – São resolvidas questões críticas de coordenação com as partes interessadas?

**Definição dos Processos da Organização** – área de processo de Gestão de Processo de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Definição dos Processo da Organização (OPD) é estabelecer e manter um conjunto utilizável de ativos de processos da organização, padrões de ambiente de trabalho, trabalhar normas e orientações para as equipas.

**Biblioteca de processos ativos da organização** – uma biblioteca de informação usada para armazenar e tornar disponíveis os ativos dos processos, que são úteis aqueles que definem, implementam e gerem os processo da organização. Contém documentação relacionada a processos tais como políticas, processos definidos, listas de verificação, lições aprendidas, modelos de documentos, normas, procedimentos, planos e documentos relacionados com formação.

**Modelos do ciclo de vida** – subdivisão do tempo de vida de um produto, serviço, projeto, grupo de trabalho ou conjunto de atividades de trabalho em fases.

A meta desta área de processo é estabelecer e manter um conjunto de ativos de processos da organização.

71 – São estabelecidos e mantidos processos-padrão da organização?

72 – As descrições dos modelos do ciclo de vida aprovados para uso da organização são estabelecidas e mantidas?

73 – Critérios e diretrizes para adaptação do conjunto de processos-padrão da organização são estabelecidos e mantidos?

74 – O repositório de medições da organização é estabelecido e mantido?

75 – A biblioteca de processos ativos da organização é estabelecida e mantida?

76 – Os padrões de ambiente de trabalho são estabelecidos e mantidos?

77 – Regras de organização e diretrizes para a estrutura, formação e funcionamento das equipas são estabelecidas e mantidas?

**Enfoque nos Processos da Organização** – área de processo de Gestão de Processo de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Enfoque nos Processos da Organização (OPF) é planejar, implementar melhorias nos processos da organização com base na compreensão dos pontos fortes e pontos fracos dos atuais processos e ativos do processo da organização.

**Ativos de processo da organização** – artefactos relacionados com a descrição, implementação e melhoria do processo. Artefactos incluem políticas, descrições de medições, descrições de processos, ferramentas de apoio à implementação do processo. O termo “ativos do processo” é usado para indicar que os artefactos são desenvolvidos para satisfazer os objetivos estratégicos da empresa e representam o investimento da organização com a expectativa atual e futura de retorno do investimento no negócio.

**Plano de ação do processo** – plano normalmente resultante de uma avaliação que documenta como serão implementadas as melhorias de processo específicas que visam corrigir os pontos fracos identificados.

Uma das metas desta área de processo é identificar periodicamente e conforme necessário, os pontos fortes, pontos fracos e oportunidades de melhoria para os processos da organização.

78 – A descrição das necessidades e objetivos dos processos da organização são estabelecidos e mantidos?

79 – São avaliados periodicamente os processos da organização e conforme necessário, para conhecer os seus pontos fortes e fracos?

80 – As melhorias para os processos da organização e ativos do processo são identificadas?

Outra meta desta área é planejar e implementar ações de processos que tratam de melhorias de processo e de ativos de processo da organização.

81 – São estabelecidos e mantidos planos de ações do processo para promover melhorias nos processos e ativos de processo?

82 – Os planos de ações de processo são implementados?

Outra meta desta área é implantar ativos de processos organizacionais e incorporar experiências relacionadas.

83 – Os ativos de processos organizações são implantados em toda a organização?

84 – O conjunto de processos-padrão são implantados nos projetos desde o início do mesmo, e a implementação de mudanças nesses processos ao longo do ciclo de vida de cada projeto conforme apropriado são igualmente tornados comuns?

85 – A implementação do conjunto de processos-padrão da organização e o uso de ativos de processos em todos os projetos é monitorizada?

86 – São incorporadas experiências em ativos de processos organizacionais?

### **Treino Organizacional** - área de processo de Gestão de Processos de nível de maturidade 3

O objetivo da área de Treino Organizacional (OT) é desenvolver competências e conhecimentos das pessoas para que possam desempenhar as suas funções de forma eficaz e eficiente.

Uma das metas desta área é estabelecer e manter capacidade de formação que suporta as diversas funções na organização.

87 – As necessidades de formação estratégicas da organização são estabelecidas e mantidas?

88 – São determinadas quais as necessidades de formação são da responsabilidade da organização e quais devem ser atribuídas a projetos individuais ou grupos de trabalho?

89 – Um plano tático de formação da organização é estabelecido e mantido?

90 – A capacidade de formação para tratar das necessidades de formação na organização é estabelecida e mantida?

Outra meta desta área será que a formação necessária é fornecida para que os indivíduos desempenham as suas funções de forma eficaz.

91 – É fornecida formação de acordo com o plano tático de formação da organização?

92 – Registos de formação da organização são estabelecidos e mantidos?

93 – A eficácia do programa de formação da organização é avaliada?

### **Integração de Produto** - área de processo de Engenharia de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Integração de Produto (PI) é montar o produto a partir de componentes de produtos, assegurar que o produto integrado, comporta-se de forma adequada (isto é, possui a funcionalidade necessária e os atributos de qualidade) e entregar o produto.

Uma das metas desta área é a preparação para a integração do produto.

94 – Uma estratégia de integração de produto é estabelecida e mantida?

95 – O ambiente necessário para apoiar a integração dos componentes de produto é estabelecido e mantido?

96 – Procedimentos e critérios para a integração dos componentes de produto são estabelecidos e mantidos?

Outra meta desta área é assegurar a compatibilidade das interfaces dos componentes de produtos, tanto internos como externos.

97 – São revistas as descrições de interface de forma a assegurar a cobertura e completude da mesma?

98 – São geridas as definições de interfaces internos e externos, *designs* e mudanças de produtos e componentes de produto?

Outra meta desta área é que os componentes de produto verificados são integrados, o produto integrado, verificado e validado, é entregue.

99 – É confirmado se os componentes de produto estão prontos a serem integrados de acordo com a descrição, e os interfaces dos componentes de produto estão em conformidade com as respetivas descrições?

100 – A integração e montagem dos componentes de produto estão de acordo com a estratégia de integração do produto e procedimentos disponíveis?

101 – Existe a avaliação dos componentes de produto montados e compatibilidade com os *interfaces*?

102 – O produto montado ou o componente do produto é transformado em *package* e é entregue ao cliente?



### **Desenvolvimento de Requisitos** - área de processo Engenharia de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Desenvolvimento de Requisitos (RD) é obter, analisar e produzir os requisitos do cliente, do produto e componentes de produto.

**Cenário operacional** – descrição de uma sequência de eventos que inclui a iteração do produto com o seu ambiente e utilizadores, além da iteração entre os seus componentes de produto. Os cenários operacionais são utilizados para verificar e validar o sistema, bem como avaliar os seus requisitos e *design*.

**Ciclo de vida do produto** – período de tempo, constituído por fases que começa quando um produto ou serviço é concebido, e termina quando não está mais disponível para uso. Uma única descrição do ciclo de vida do produto pode não ser adequada, já que uma organização pode estar a produzir vários produtos/serviços para vários clientes, sendo assim necessário definir um conjunto de modelos de ciclo de vida de produtos aprovados.

**Requisitos do cliente** – resultado do levantamento e da consolidação das necessidades, expectativas, restrições e das *interfaces* entre as partes interessadas relevantes do produto, de uma forma que seja aceitável ao cliente.

Uma das metas desta área de processo é que as necessidades, expectativas, restrições e *interfaces* são compiladas e traduzidas em requisitos do cliente.

103 – O levantamento das necessidades, expectativas, restrições e interfaces para todas as fases do ciclo de vida do produto é efetuado?

104 – As necessidades, expectativas, restrições e interfaces são transformados em requisitos prioritários do cliente?

Outra meta desta área será que os requisitos do cliente são refinados e detalhados para desenvolver os requisitos de produto e de componente de produto.

105 – Os requisitos de produto e de componente de produto, com base nas necessidades do cliente são estabelecidos e mantidos?

106 – Os requisitos de cada componente de produto são atribuídos?

107 – Os requisitos de *interface* são identificados?

Outra meta desta área será a análise e validação dos requisitos.

108 – Conceitos operacionais e cenários associados são estabelecidos e mantidos?

109 – Uma definição de funcionalidade e atributos de qualidade é estabelecida e mantida?

110 – Os requisitos para assegurar que são necessários e suficientes são analisados?

111 – Os requisitos para equilibrar as necessidades e as restrições das partes interessadas são analisados?

112 – Os requisitos para assegurar que o produto final irá funcionar conforme o esperado no ambiente do utilizador final são validados?

### **Gestão de Riscos** - área de processo Gestão de Projeto de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Gestão de Riscos (RSKM) é identificar potenciais problemas antes que ocorram, para que as atividades de risco possam ser planeadas e colocadas em prática quando necessário (ao longo da vida do produto ou do projeto), para atenuar os impactos adversos que comprometam a realização dos objetivos.

**Gestão de riscos** – processo analítico e organizado para identificar situações que possam causar perdas e danos, avaliar e quantificar os riscos identificados, desenvolver e se necessário, implementar uma abordagem apropriada para prevenir ou tratar as causas dos riscos que possam causar dano ou perda significativa.

Uma das metas desta área é realizar a preparação para a gestão de riscos.

113 – Fontes e categorias de riscos são definidos?

114 – Os parâmetros utilizados para analisar e categorizar os riscos e controlar o esforço de gestão de riscos são definidos?

115 – Uma estratégia a ser utilizada para a gestão de riscos é estabelecida e mantida?

Outra meta desta área será que os riscos são identificados e analisados para determinar a sua importância relativa.

116 – A identificação e documentação dos riscos é feita?

117 – É avaliado e classificado cada risco identificado, utilizando as categorias e os parâmetros definidos para os riscos e determinada a sua prioridade relativa?

Outra meta desta área é que os riscos serão atenuados e tratados, quando necessário, para

reduzir os impactos adversos sobre a realização dos objetivos.

118 – Um plano de atenuação de risco de acordo com a estratégia de gestão de riscos é desenvolvido?

119 – É Monitorizado periodicamente o *status* de cada risco, e implementado o plano de atenuação de risco quando necessário?

### **Solução Técnica** – área de processo de Engenharia de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Solução Técnica (TS) é selecionar, projetar e implementar soluções para requisitos. Soluções, *designs* e implementações englobam produtos, componentes de produto e processos de ciclo de vida relacionados ao produto, seja de forma isolada ou em conjunto, conforme apropriado.

**Pacote de dados técnicos** – conjunto de itens que pode inclui: descrição da arquitetura do produto, requisitos alocados, descrição dos componentes de produto, descrições dos processos de ciclo de vida relacionados ao produto, características físicas obrigatórias e restrições do produto, requisitos de *interface*, requisitos de desenvolvimento, critérios de verificação usados para assegurar que os requisitos foram satisfeitos, condições de uso e cenários de operação, dependendo a escolha destes itens, do tipo de produto ou componente de produto.

**Processos de ciclo de vida relacionados ao produto** – processos associados ao produto ao longo de uma ou mais fases da sua vida, tais como processos de desenvolvimento e suporte.

Uma das metas desta área será que as soluções para o produto ou componente de produto são selecionadas de entre as soluções alternativas.

120 – Soluções alternativas e critérios de seleção são desenvolvidos?

121 – São selecionadas as soluções associadas a componentes de produto baseadas em critérios de seleção?

Outra meta desta área é desenvolver um *design* do produto ou componente de produto.

122 – Um *design* para o produto ou componente de produto é desenvolvido?

123 – Um pacote de dados técnicos é estabelecido e mantido?

124 – Projetar os *interfaces* dos componentes de produto usando critérios estabelecidos é realizado?

125 – É avaliado se os componentes de produto devem ser desenvolvidos, comprados ou reutilizados com base em critérios estabelecidos?

Outra meta é que os componentes do produto e a documentação de suporte associada, são implementados a partir do seu *design*.

126 – O *design* dos componentes de produto é implementado?

127 – A elaboração e atualização da documentação para o utilizador final são realizadas?

#### **Validação** – área de processo de Engenharia de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Validação (VAL) é demonstrar que um produto ou componente de produto satisfaz a sua utilização, quando colocado no seu ambiente pretendido.

Uma das metas desta área é realizar a preparação para a validação.

128 – São selecionados os produtos ou componentes de produto a serem validados e os métodos de validação a serem utilizados?

129 – O ambiente necessário para suportar a validação é estabelecido e mantido?

130 – Os procedimentos e critérios de validação são estabelecidos e mantidos?

Outra meta desta área é validar o produto ou componentes de produto para garantir que são adequados para o uso nos ambientes operacionais pretendidos.

131 – É realizada a validação dos produtos e componentes de produto selecionados?

132 – Os resultados das atividades de validação são analisados?

#### **Verificação** – área de processo de Engenharia de nível de maturidade 3

O objetivo da área de processo Verificação (VER) é assegurar que os produtos de trabalho selecionados satisfazem aos requisitos especificados.

Revisão por pares – revisão de produtos de trabalho feita por pares (mais do que um

especialista da área) durante o desenvolvimento para identificar defeitos a serem removidos.

Uma das metas desta área é realizar a preparação para a verificação.

133 – Os produtos de trabalho a serem verificados e os métodos de verificação a serem utilizados são selecionados?

134 – O ambiente necessário para suportar a verificação é estabelecido e mantido?

135 – Os procedimentos e critérios de verificação para os produtos de trabalho selecionados são estabelecidos e mantidos?

Outra meta desta área é realizar diversas revisões por pares em produtos de trabalho selecionados.

136 – Existe preparação para a revisão por pares dos produtos de trabalho selecionados?

137 – É realizada a revisão por pares nos produtos de trabalho selecionados e identificados problemas resultantes da revisão efetuada?

138 – Os dados sobre a preparação, realização e resultados obtidos destas revisões são analisados?

Outra meta desta área é a verificação dos produtos de trabalho em relação aos seus requisitos especificados.

139 – A verificação nos produtos de trabalho selecionados é realizada?

140 – Os resultados de todas as atividades de verificação são analisados?

## **8.2. Questionário de Usabilidade**

“Avaliação dos Processos de Software usando o modelo CMMI”

Todos os itens devem ser respondidos tendo em conta a escala de 1 a 5, sendo que 1 é classificada como discordo completamente e 5 como concordo completamente.

É essencial que responda a todos os itens.

Por favor responda rapidamente, sem pensar demasiado sobre cada item.

1 – Penso que gostaria de usar novamente este questionário em avaliações futuras.

2 – Considerei o questionário desnecessariamente complexo.

3 – Achei o questionário fácil de utilizar.

4 – Penso que precisaria de ter o apoio de um técnico para ser capaz de utilizar o questionário.

5 – Considerei as várias partes deste questionário bem integradas.

6 – Achei que havia muitas inconsistências neste questionário.

7 – Penso que a maior parte das pessoas poderá aprender rapidamente a utilizar e responder ao questionário.

8 – Considerei o questionário muito complicado de utilizar.

9 – Senti-me bastante confiante ao utilizar o questionário.

10 – Foi necessário aprender muita coisa antes de conseguir utilizar o questionário.

Quando preencheu o questionário, quanto tempo pensa que demorou a completar o mesmo:  
\_\_\_\_\_ min

Data (d/m/a): \_\_\_\_\_

### 8.3. Resultados do Questionário

I1 [GE]	I1 [RP]	I1 [TP]	I1 [CS]	I1 [other]	I2	I3
Sim	Sim	Sim	Não			
Sim	Não	Não	Não		Gestão de Resíduos SIRE	Ambiente
Não	Não	Sim	Sim		Ferramenta de Controlo de Produção.	Ferramenta de Controlo de Produção.
Não	Sim	Não	Não		319 BPMs	BPMS
Não	Sim	Sim	Não		ABENGOA	Processo de pedidos e facturas
Não	Não	Sim	Não		BOSCH - GESLAB	Gestão de laboratórios

				CM						
				M1			M2		M3	
I4	I5 [I5OR]	I5 [I5TO]	I6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	10	10	Não	IP	IP	IP	IP	IP	PI	IP
2010-2012	10	25	Sim	IP	PI	NS	IP	IP	PI	NI
01/03/2009	4	4	Não	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
27/06/2012 - 30/10/2012	10	15	Não	PI	PI	NI	NI	NI	NI	NI
26/03/2012 - 20/04/2012	4	8	Não	IP	IP	PI	PI	PI	PI	PI
01/09/2009	4	4	Não	PI	PI	PI	NI	PI	NI	NI

MA								PMC											
M1				M2				M1								M2			
P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25		
NA	NA	NA	NA	NA	PI	PI	NA	PI	PI	NA	NA	PI	PI	PI	PI	PI	PI		
NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	IP	IP	PI	IP	PI	IP	IP	IP	IP	IP		
NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI		
PI	PI	PI	PI	NI	NI	NI	NI	PI	PI	NI	PI	NI	PI	PI	NI	NI	NI		
IP	IP	IP	PI	IP	IP	PI	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP		
PI	PI	PI	PI	PI	NI	NI	NI	IP	IP	PI	IP	NI	PI	NI	IP	TI	TI		

PP													PPQA				
M1				M2						M3			M1		M2		
P 26	P 27	P 28	P 29	P 30	P 31	P 32	P 33	P 34	P 35	P 36	P 37	P 38	P 39	P 40	P 41	P 42	P 43
NS	PI	PI	IP	IP	PI	PI	IP	IP	IP	IP	PI	IP	IP	PI	PI	TI	NS
NA	NA	NA	NA	NA	PI	PI	IP	IP	PI	IP	PI	PI	PI	PI	PI	PI	IP
PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	IP	PI	IP	IP	PI	PI
PI	PI	PI	PI	PI	PI	NI	PI	PI	PI	IP	PI	PI	PI	NI	PI	NI	NI
IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	PI	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP
TI	TI	TI	TI	IP	IP	IP	IP	IP	PI	TI	IP	IP	PI	PI	PI	TI	IP

REQM					SAM						DAR					
M1					M1			M2			M1					
P44	P45	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54	P55	P56	P57	P58	P59	P60
IP	IP	IP	IP	IP	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	PI	PI	NS	PI	IP
IP	IP	IP	PI	PI	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NI	NI	NI	NI	NI	NI
PI	PI	PI	PI	PI	NI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
NI	NI	PI	PI	PI	PI	NI	NI	PI	NI	PI	PI	NI	NI	NI	NI	NI
IP	IP	IP	IP	IP	NS	NS	NS	NS	PI	PI	NI	PI	PI	PI	PI	PI
TI	TI	TI	TI	TI	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NI	NI	IP	PI	NI	PI

IPM										OPD						
M1							M2			M1						
P61	P62	P63	P64	P65	P66	P67	P68	P69	P70	P71	P72	P73	P74	P75	P76	P77
IP	PI	PI	NS	NS	TI	IP	IP	IP	IP	IP	NS	TI	PI	PI	PI	IP
NI	NI	NI	NI	PI	IP	NS	PI	PI	IP	PI	NA	NA	NA	NA	PI	PI
NA	NI	NI	NI	NI	TI	IP	IP	IP	IP	PI	NI	PI	NI	NI	NI	PI
PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	NI	NI	IP	PI	PI	NI	PI	PI	PI
PI	IP	IP	PI	PI	IP	PI	IP	IP	IP	PI	PI	PI	PI	IP	IP	IP
PI	PI	PI	PI	IP	TI	IP	IP	IP	IP	IP	PI	PI	PI	IP	IP	IP

OPF									OT						
M1			M2		M3				M1				M2		
P78	P79	P80	P81	P82	P83	P84	P85	P86	P87	P88	P89	P90	P91	P92	P93
PI	NS	NS	NS	PI	NS	PI	PI	NS	PI	PI	PI	PI	TI	TI	TI
PI	IP	PI	PI	IP	NI	NA	NA	NA	TI	IP	PI	PI	IP	TI	TI
PI	NI	PI	NI	PI	IP	PI	PI	PI	NI	PI	NI	NI	NI	NI	NI
IP	IP	IP	IP	IP	IP	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	NI
IP	NS	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	NS	NS	PI	IP	PI
PI	NI	NI	PI	IP	PI	IP	NI	IP	PI	IP	IP	PI	IP	TI	NI

PI									RD									
M1			M2		M3				M1		M2			M3				
P9 4	P9 5	P9 6	P9 7	P9 8	P9 9	P1 00	P1 01	P1 02	P1 03	P1 04	P1 05	P1 06	P1 07	P1 08	P1 09	P1 10	P1 11	P1 12
IP	N S	PI	PI	PI	TI	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	TI
PI	N S	N S	N S	PI	N S	IP	PI	NS	NA	PI	IP	IP	IP	NS	NS	NS	NS	IP
IP	PI	PI	PI	NI	PI	PI	NI	PI	IP	NI	IP	PI	NI	IP	PI	IP	IP	IP
PI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	IP	IP	IP	IP	IP	IP	NI	NI	NI	IP
PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	IP	IP	IP	IP	IP	IP	PI	IP	IP	IP
IP	TI	PI	IP	IP	IP	TI	NI	NI	TI	TI	TI	IP	NI	PI	TI	IP	PI	TI



RSKM							TS							
M1			M2		M3		M1		M2				M3	
P11 3	P11 4	P11 5	P11 6	P11 7	P11 8	P11 9	P12 0	P12 1	P12 2	P12 3	P12 4	P12 5	P12 6	P12 7
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	PI	PI	NA	PI	PI
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	IP
IP	IP	IP	IP	PI	PI	IP	IP	IP	PI	IP	IP	IP	PI	PI
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NI	NI	PI	PI	PI	NI	PI	PI
PI	IP	IP	IP	IP	NS	NS	IP	IP	PI	IP	PI	IP	IP	TI
PI	PI	PI	NI	NI	PI	PI	IP	IP	IP	PI	TI	TI	IP	PI

VAL					VER							
M1			M2		M1			M2			M3	
P128	P129	P130	P131	P132	P133	P134	P135	P136	P137	P138	P139	P140
IP	IP	IP	IP	PI	PI	TI	IP	PI	PI	PI	IP	PI
IP	IP	PI	IP	IP	IP	PI	PI	NS	NS	NS	IP	IP
IP	IP	IP	IP	IP	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
NI	NI	NI	NI	NI	PI	PI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP	IP
TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	TI	IP